

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

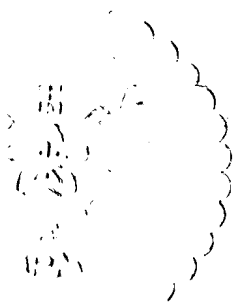
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 1 9 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 7 6 5 3 4
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 7 6 5 3 4]

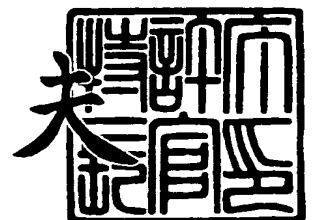
出 願 人 株 式 会 社 リ コ ー
Applicant(s):



2 0 0 3 年 1 1 月 1 1 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 0207660

【提出日】 平成15年 3月19日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G02B 15/16
G02B 15/20
G02B 13/18

【発明の名称】 ズームレンズ、カメラおよび携帯情報端末装置

【請求項の数】 12

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

【氏名】 仁科 喜一郎

【特許出願人】

【識別番号】 000006747

【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号

【氏名又は名称】 株式会社 リコー

【代表者】 桜井 正光

【代理人】

【識別番号】 100082636

【住所又は居所】 東京都港区赤坂 6 丁目 4 番 1 7 号 赤坂コーポ 3 0 6 号

【弁理士】

【氏名又は名称】 真田 修治

【電話番号】 03(3586)6969

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007113

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9808725

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ズームレンズ、カメラおよび携帯情報端末装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 正の屈折力を有する第 1 群光学系と、負の屈折力を有する第 2 群光学系と、正の屈折力を有する第 3 群光学系とを、物体側から像面側に向かって順次配置するとともに、前記第 3 群光学系の物体側に前記第 3 群光学系と一体的に移動する絞りを有し、短焦点距離端と長焦点距離端との間での変倍に伴って、短焦点距離端にて前記第 1 群光学系と前記第 2 群光学系との間隔が最小となり、長焦点距離端にて前記第 2 群光学系と前記第 3 群光学系との間隔が最小となるよう、少なくとも前記第 1 群光学系と前記第 3 群光学系とを移動させるズームレンズにおいて、

前記第 3 群光学系が、負レンズと、正レンズと、負レンズとを順次配置して接合してなる 3 枚接合レンズを含むことを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】 前記第 1 群光学系が、短焦点距離端と長焦点距離端との間での中間焦点距離状態を経ての変倍動作に伴って像面側に凸形状をなして移動することを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

【請求項 3】 前記第 1 群光学系が、短焦点距離端および長焦点距離端以外の中間焦点距離において、最も像面に近い位置へ移動することを特徴とする請求項 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】 前記第 3 群光学系の前記 3 枚接合レンズの最も物体側の負レンズが、像面側に強い凹面を向けて形成されていることを特徴とする請求項 1 ～請求項 3 のうちのいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 5】 全変倍域における前記第 1 群光学系と前記第 2 群光学系との群間隔の変化量を K_{12} 、短焦点距離端での全系の合成焦点距離を f_w 、そして長焦点距離端での全系の合成焦点距離を f_t とすると、条件式：

$$0.6 < K_{12} / (f_w + f_t) < 1.2 \quad (1)$$

を満足することを特徴とする請求項 1 ～請求項 4 のうちのいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 6】 前記第 3 群光学系の前記 3 枚接合レンズのうちの正レンズの屈折率を N_p 、前記第 3 群光学系の前記 3 枚接合レンズのうちの 2 枚の負レンズの屈折率の平均を N_n 、前記第 3 群光学系の前記 3 枚接合レンズのうちの正レンズのアッベ数を ν_p 、そして前記第 3 群光学系の前記 3 枚接合レンズのうちの 2 枚の負レンズのアッベ数の平均を ν_n とすると、条件式：

$$-0.22 < N_p - N_n < 0 \quad (2)$$

$$3 < \nu_p - \nu_n < 36 \quad (3)$$

を満足することを特徴とする請求項 1～請求項 5 のうちのいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 7】 前記第 3 群光学系が、前記 3 枚接合レンズの物体側および像面側に少なくとも 1 枚の正レンズをさらに有することを特徴とする請求項 1～請求項 6 のうちのいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】 前記 3 枚接合レンズの物体側および像面側に配置された正レンズのうちの少なくとも 1 枚の正レンズが、非球面を有していることを特徴とする請求項 7 に記載のズームレンズ。

【請求項 9】 前記第 1 群光学系および前記第 2 群光学系の各々が、正レンズと負レンズを少なくとも 1 枚ずつ含んでいることを特徴とする請求項 1～請求項 8 のうちのいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 10】 撮影用光学系として、請求項 1～請求項 9 のうちのいずれか 1 項のズームレンズを使用していることを特徴とするカメラ。

【請求項 11】 前記カメラが、撮影画像をデジタル情報とする機能を含むデジタルカメラであることを特徴とする請求項 10 に記載のカメラ。

【請求項 12】 カメラ機能部の撮影用光学系として、請求項 1～請求項 9 のうちのいずれか 1 項のズームレンズを使用していることを特徴とする携帯情報端末装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ビデオカメラおよびスティルビデオカメラに好適なコンパクトなズ

ームレンズ、並びに前記ズームレンズを撮影用光学系として使用したカメラおよび前記ズームレンズをカメラ機能部の撮影用光学系として使用した携帯情報端末装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

ビデオカメラやスティルビデオカメラに搭載されるズームレンズは、近年では、高変倍比化、広画角化および、高解像力化などの要求が高くなるとともに、小型化、軽量化および低コスト化に対応するため、レンズ全長およびレンズ外径の短縮と、構成枚数の低減とが必須となっている。

このようなズームレンズとして、物体側から、順次、正の屈折力を有する第1群光学系と、負の屈折力を有する第2群光学系と、正の屈折力を有する第3群光学系とが配置されてなり、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に伴って、前記第1群光学系と前記第2群光学系との間隔を増大させ、且つ前記第2群光学系と前記第3群光学系との間隔を減小させることによって変倍動作を行うズームタイプの構成が提案されている。

このようなズームタイプの構成されたものであって、変倍比が3倍を超えるものが、次の特許文献1、特許文献2および特許文献3にて提案されている。

【0003】

【特許文献1】

特開2000-275526号公報

【特許文献2】

特開平11-242157号公報

【特許文献3】

特許第2899019号公報

また変倍比が10倍に近い高変倍を達成しているものとして、例えば次の特許文献4に記載されたものがある。

【0004】

【特許文献4】

特開平11-109234号公報

これら特許文献 1～特許文献 4 の構成は、何れも、短焦点距離端の半画角が 30° 前後と狭く、広画角化の要求には充分に対応できていなかった。
さらに、短焦点距離端の半画角が 37° 前後と比較的広画角に対応する構成についても例えば、次の特許文献 5 も開示されている。

【0005】**【特許文献 5】**

特開平 11-6958 号公報

しかしながら、この特許文献 5 等 に示された構成においては、F 値（F ナンバ）が短焦点距離端で F 4.1、長焦点距離端で F 5.8 となり、レンズが暗くなってしまう。このように暗いレンズでは、CCD（電荷結合素子）撮像素子等の撮像素子の高密度化に伴い 1 画素のサイズが小さくなると、高周波数領域において大幅に性能劣化が発生してしまうため、高密度化への要求には、充分に対応することができない。

また、短焦点距離端の画角が 45° 以上の広画角に対応するものとして、例えば特許文献 6 に記載されたものがある。

【0006】**【特許文献 6】**

特開 2002-072088 号公報

しかしながら、この特許文献 6 に示された構成では、変倍比は 2 倍以下であり、高変倍化の要求には充分に対応することはできない。

【0007】**【発明が解決しようとする課題】**

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたもので、3 倍を超える高変倍比でありながら、短焦点距離端の半画角が 38° 以上と広画角で、その上 300 万画素以上の高密度の撮像素子に対応可能な高解像力の結像性能を有し、レンズ全長およびレンズ外径が非常に小さく、レンズの構成枚数も 10 枚程度と少なくすることができて省資源化に対応することが可能で、しかも全てのレンズを化学的に安定で且つ鉛や砒素等の有害物質を含まない光学ガラスで構成することができて、材料のリサイクル化をも可能とし、加工時の廃液による水質汚染等のおそれもな

い地球環境を考慮したズームレンズ、並びにそのズームレンズを用いるカメラおよび携帯情報端末装置を提供することを目的としている。

そして、本発明の請求項1の目的は、特に、広画角化に伴って発生する軸上および軸外の倍率の色収差補正に大きな効果が得られるズームレンズを提供することにある。

【0008】

また、本発明の請求項2の目的は、特に、第2群光学系の移動により、主に変倍を行ない、且つその他の群の移動により、変倍および変倍に伴う像面位置の変動の補正を行なって、良好なレンズ性能を得ることが可能なズームレンズを提供することにある。

本発明の請求項3の目的は、特に、第1群光学系が、変倍に伴う像面位置変動の補正を行なって、良好なレンズ性能を得ることを可能とするズームレンズを提供することにある。

本発明の請求項4の目的は、特に、比較的簡単な構成で、不要な収差の発生を抑え、且つ主に球面収差およびコマ収差を効果的に補正し得るズームレンズを提供することにある。

本発明の請求項5の目的は、特に、小型化を実現して、しかも各群光学系における収差の発生および偏心等の製造誤差による性能劣化を効果的に抑制し得るズームレンズを提供することにある。

【0009】

本発明の請求項6の目的は、特に、良好な色収差補正を実現し得るズームレンズを提供することにある。

本発明の請求項7の目的は、特に、第3群光学系における各レンズ面における収差の発生を抑え、且つ偏心等の製造誤差による性能劣化も小さく抑えることを可能とするズームレンズを提供することにある。

本発明の請求項8の目的は、特に、第3群光学系の全長を効果的に短縮することを可能とするズームレンズを提供することにある。

本発明の請求項9の目的は、特に、適切に収差補正を行なってしかも小型化を達成し得るズームレンズを提供することにある。

さらに、本発明の請求項 10 の目的は、特に、コンパクトで、高変倍、高画質および省電力を実現し得るカメラを提供することにある。

本発明の請求項 11 の目的は、特に、非常にコンパクトで、高変倍および高画質を実現し得るカメラを提供することにある。

また、本発明の請求項 12 の目的は、特に、非常に小型で、しかも高品質な記録データをを得ることを可能とする携帯情報端末装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載した本発明に係るズームレンズは、上述した目的を達成するために、

正の屈折力を有する第 1 群光学系と、負の屈折力を有する第 2 群光学系と、正の屈折力を有する第 3 群光学系とを、物体側から像面側に向かって順次配置するとともに、前記第 3 群光学系の物体側に前記第 3 群光学系と一体的に移動する絞りを有し、短焦点距離端と長焦点距離端との間での変倍に伴って、短焦点距離端にて前記第 1 群光学系と前記第 2 群光学系との間隔が最小となり、長焦点距離端にて前記第 2 群光学系と前記第 3 群光学系との間隔が最小となるよう、少なくとも前記第 1 群光学系と前記第 3 群光学系とを移動させるズームレンズにおいて、

前記第 3 群光学系が、負レンズと、正レンズと、負レンズとを順次配置して接合してなる 3 枚接合レンズを含むことを特徴としている。

また、請求項 2 に記載した本発明に係るズームレンズは、請求項 1 のズームレンズにおいて、前記第 1 群光学系が、短焦点距離端と長焦点距離端との間での中間焦点距離状態を経ての変倍動作に伴って像面側に凸形状をなして移動することを特徴としている。

【0011】

請求項 3 に記載した本発明に係るズームレンズは、請求項 2 のズームレンズにおいて、前記第 1 群光学系が、短焦点距離端および長焦点距離端以外の中間焦点距離において、最も像面に近い位置へ移動することを特徴としている。

請求項 4 に記載した本発明に係るズームレンズは、請求項 1 ～請求項 3 のうちのいずれか 1 項のズームレンズにおいて、前記第 3 群光学系の前記 3 枚接合レンズ

の最も物体側の負レンズが、像面側に強い凹面を向けて形成されていることを特徴としている。

請求項 5 に記載した本発明に係るズームレンズは、請求項 1 ～請求項 4 のうちのいずれか 1 項のズームレンズにおいて、全変倍域における前記第 1 群光学系と前記第 2 群光学系との群間隔の変化量を K_{12} 、短焦点距離端での全系の合成焦点距離を f_w 、そして長焦点距離端での全系の合成焦点距離を f_t とすると、条件式：

$$0.6 < K_{12} / (f_w + f_t) < 1.2 \quad (1)$$

を満足することを特徴としている。

【0012】

請求項 6 に記載した本発明に係るズームレンズは、請求項 1 ～請求項 5 のうちのいずれか 1 項のズームレンズにおいて、前記第 3 群光学系の前記 3 枚接合レンズのうちの正レンズの屈折率を N_p 、前記第 3 群光学系の前記 3 枚接合レンズのうちの 2 枚の負レンズの屈折率の平均を N_n 、前記第 3 群光学系の前記 3 枚接合レンズのうちの正レンズのアッベ数を ν_p 、そして前記第 3 群光学系の前記 3 枚接合レンズのうちの 2 枚の負レンズのアッベ数の平均を ν_n とすると、条件式：

$$-0.22 < N_p - N_n < 0 \quad (2)$$

$$3 < \nu_p - \nu_n < 36 \quad (3)$$

を満足することを特徴としている。

請求項 7 に記載した本発明に係るズームレンズは、請求項 1 ～請求項 6 のうちのいずれか 1 項のズームレンズにおいて、前記第 3 群光学系が、前記 3 枚接合レンズの物体側および像面側に少なくとも 1 枚の正レンズをさらに有することを特徴としている。

【0013】

請求項 8 に記載した本発明に係るズームレンズは、請求項 7 のズームレンズにおいて、前記 3 枚接合レンズの物体側および像面側に配置された正レンズのうちの少なくとも 1 枚の正レンズが、非球面を有していることを特徴としている。

請求項 9 に記載した本発明に係るズームレンズは、請求項 1 ～請求項 8 のうちのいずれか 1 項のズームレンズにおいて、前記第 1 群光学系および前記第 2 群光学

系の各々が、正レンズと負レンズを少なくとも 1 枚ずつ含んでいることを特徴としている。

請求項 10 に記載した本発明に係るカメラは、上述した目的を達成するために、撮影用光学系として、請求項 1 ～請求項 9 のうちのいずれか 1 項のズームレンズを使用していることを特徴としている。

請求項 11 に記載した本発明に係るカメラは、請求項 10 のカメラにおいて、当該カメラが、撮影画像をデジタル情報とする機能を含むデジタルカメラであることを特徴としている。

請求項 12 に記載した本発明に係る携帯情報端末装置は、上述した目的を達成するために、カメラ機能部の撮影用光学系として、請求項 1 ～請求項 9 のうちのいずれか 1 項のズームレンズを使用していることを特徴としている。

【0014】

【作用】

すなわち、本発明の請求項 1 によるズームレンズは、正の屈折力を有する第 1 群光学系と、負の屈折力を有する第 2 群光学系と、正の屈折力を有する第 3 群光学系とを、物体側から像面側に向かって順次配置するとともに、前記第 3 群光学系の物体側に前記第 3 群光学系と一体的に移動する絞りを有し、短焦点距離端と長焦点距離端との間での変倍に伴って、短焦点距離端にて前記第 1 群光学系と前記第 2 群光学系との間隔が最小となり、長焦点距離端にて前記第 2 群光学系と前記第 3 群光学系との間隔が最小となるよう、少なくとも前記第 1 群光学系と前記第 3 群光学系とを移動させるズームレンズにおいて、前記第 3 群光学系が、負レンズと、正レンズと、負レンズとを順次配置して接合してなる 3 枚接合レンズを含む。

【0015】

従来の第 3 群光学系の構成は、正、負、正の屈折力を有する 3 枚のレンズや正、正、負、正の屈折力を有する 4 枚のレンズ等を、必要に応じて 2 枚接合した構成が用いられているが、本発明においては第 3 群光学系に負、正、負の 3 枚接合レンズを有することで、絞りからの位置が異なる接合面を配置し、この 2 つの接合面における軸上と軸外の光線の通り方が異なることを利用して、軸上と軸外の

色収差補正をある程度可能となしてある。この効果は、特に広画角化に伴い発生する倍率の色収差補正に顕著な効果を示す。

また、3枚接合レンズとしたことにより、2つの接合面の光軸ずれを小さく抑えられるため、2組の接合レンズとしたものと比較してみると、倍率の色収差補正が良好に行われている。

【0016】

上記のような構成により、3倍を超える高変倍比でありながら、短焦点距離端の半画角が 38° 以上と広画角で、その上300万画素以上の高密度の撮像素子に対応可能な高解像力の結像性能を実現し、レンズ全長およびレンズ外径を非常に小さくし、レンズの構成枚数も10枚程度と少なくすることができて省資源化に対応することが可能で、しかも全てのレンズを化学的に安定で且つ鉛や砒素等の有害物質を含まない光学ガラスで構成することができて、材料のリサイクル化をも可能とし、加工時の廃液による水質汚染等のおそれもなく、特に、広画角化に伴って発生する倍率の色収差補正に大きな効果を得ることができる。

また、本発明の請求項2によるズームレンズは、請求項1のズームレンズにおいて、前記第1群光学系が、短焦点距離端と長焦点距離端との間での中間焦点距離状態を経ての変倍動作に伴って像面側に凸形状をなして移動する。

このような構成により、特に、第2群光学系の移動により、主に変倍を行ない、且つその他の群の移動により、変倍および変倍に伴う像面位置の変動の補正を行なって、良好なレンズ性能を得ることが可能となる。

【0017】

本発明の請求項3によるズームレンズは、請求項2のズームレンズにおいて、前記第1群光学系が、短焦点距離端および長焦点距離端以外の中間焦点距離において、最も像面に近い位置へ移動する。

このような構成により、特に、第1群光学系が、変倍に伴う像面位置変動の補正を行なって、良好なレンズ性能を得ることを可能とする。

本発明の請求項4によるズームレンズは、請求項1～請求項3のうちのいずれか1項のズームレンズにおいて、前記第3群光学系の前記3枚接合レンズの最も物体側の負レンズが、像面側に強い凹面を向けて形成されている。

このように、最も物体側の負レンズの物体側面の屈折力を極力弱くし、比較的簡単な構成で、不要な収差の発生を抑え、且つ像側の強い屈折力で主に球面収差およびコマ収差を効果的に補正することが可能となる。

【0018】

本発明の請求項5によるズームレンズは、請求項1～請求項4のうちのいずれか1項のズームレンズにおいて、前記条件式(1)を満足する。

このような構成により、特に、小型化を実現して、しかも各群光学系における収差の発生および偏心等の製造誤差による性能劣化を効果的に抑制することが可能となる。

本発明の請求項6によるズームレンズは、請求項1～請求項5のうちのいずれか1項のズームレンズにおいて、前記条件式(2)および条件式(3)を満足する。

このような構成により、特に、非常に高価な硝材を用いずに、良好な色収差補正を実現することが可能となる。

本発明の請求項7によるズームレンズは、請求項1～請求項6のうちのいずれか1項のズームレンズにおいて、前記第3群光学系が、前記3枚接合レンズの物体側および像面側に少なくとも1枚の正レンズをさらに有する。

このような構成により、特に、第3群光学系における屈折力のバランスをとり、1つのレンズ面における収差の発生を抑え、且つ偏心等の製造誤差による性能劣化も小さく抑えることが可能となる。

【0019】

本発明の請求項8によるズームレンズは、請求項7のズームレンズにおいて、前記3枚接合レンズの物体側および像面側に配置された正レンズのうちの少なくとも1枚の正レンズが、非球面を有している。

このような構成により、特に、第3群光学系の全長を効果的に短縮することが可能となると共に、主に球面収差やコマ収差や非点収差の補正に効果がある。

本発明の請求項9によるズームレンズは、請求項1～請求項8のうちのいずれか1項のズームレンズにおいて、前記第1群光学系および前記第2群光学系の各々が、正レンズと負レンズを少なくとも1枚ずつ含んでいる。

このような構成により、特に、適切に収差補正を行なってしかも小型化、低コスト化を達成することが可能となる。また、本発明の請求項10によるカメラは、撮影用光学系として、請求項1～請求項9のうちのいずれか1項のズームレンズを使用する。

【0020】

このような構成により、3倍を超える高変倍比でありながら、短焦点距離端の半画角が 38° 以上と広画角で、その上300万画素以上の高密度の撮像素子に対応可能な高解像力の結像性能を実現し、レンズ全長およびレンズ外径を非常に小さくし、レンズの構成枚数も10枚程度と少なくすることができて省資源化に対応することが可能で、しかも全てのレンズを化学的に安定で且つ鉛や砒素等の有害物質を含まない光学ガラスで構成することができて、材料のリサイクル化をも可能とし、加工時の廃液による水質汚染等のおそれもなく、特に、コンパクトで、高変倍、高画質および省電力を達成することが可能となるカメラが提供可能となる。

本発明の請求項11によるカメラは、請求項10のカメラにおいて、当該カメラが、撮影画像をデジタル情報とする機能を含むデジタルカメラである。

【0021】

このような構成により、特に、非常にコンパクトで、高変倍および高画質を実現することが可能で、従来の銀鉛カメラで得られる画像と同程度以上の品質のプリント写真が得られるデジタルカメラとすることができる。

また、本発明の請求項12による携帯情報端末装置は、カメラ機能部の撮影用光学系として、請求項1～請求項9のうちのいずれか1項のズームレンズを使用する。

このような構成により、3倍を超える高変倍比でありながら、短焦点距離端の半画角が 38° 以上と広画角で、その上300万画素以上の高密度の撮像素子に対応可能な高解像力の結像性能を実現し、レンズ全長およびレンズ外径を非常に小さくし、レンズの構成枚数も10枚程度と少なくすることができて省資源化に対応することが可能で、しかも全てのレンズを化学的に安定で且つ鉛や砒素等の有害物質を含まない光学ガラスで構成することができて、材料のリサイクル化をも

可能とし、加工時の廃液による水質汚染等のおそれもなく、特に、非常に小型で、しかも高品質な記録データを得ることが可能な携帯情報端末装置とすることができる。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態および具体的な数値例を示す実施例に基づき、図面を参照して本発明のズームレンズ、カメラおよび携帯情報端末装置を詳細に説明する。本発明の第1の実施の形態は、本発明に係るズームレンズの実施の形態であり、本発明の第2および第3の実施の形態は、第1の実施の形態に示されたようなズームレンズを撮影用光学系として用いた本発明に係るカメラまたは第1の実施の形態に示されたようなズームレンズをカメラ機能部の撮影用光学系として用いた本発明に係る携帯情報端末装置の実施の形態である。

まず、本発明の第1の実施の形態に係るズームレンズの原理的な構成を説明する。なお、この本発明の第1の実施の形態に係るズームレンズの具体的な構成については、後に第1～第7の実施例として、具体的な数値例を挙げ、且つ図1～図7に示す光学系構成図および図8～図15に示す収差図を参照して、詳細に説明する。

【0023】

本発明の第1の実施の形態のズームレンズは、正の屈折力を有する第1群光学系と、負の屈折力を有する第2群光学系と、正の屈折力を有する第3群光学系とを、物体側から像面側に向かって順次配置してなり、短焦点距離端において前記第1群光学系と前記第2群光学系との間隔が最小となり、長焦点距離端において前記第2群光学系と前記第3群光学系との間隔が最小となるように、少なくとも前記第1群光学系と前記第3群光学系とを移動させ、前記第3群光学系に、負レンズ、正レンズ、そして負レンズからなる3枚接合レンズを有することを特徴とするズームレンズである（請求項1に対応する）。従来のこのタイプのズームレンズにおける第3群光学系の構成は、正、負、正の屈折力を有する3枚のレンズや正、正、負、正の屈折力を有する4枚のレンズ等を用いて構成し、必要に応じてそのうちの2枚を2枚接合した構成が用いられている。

【0024】

本発明においては、第3群光学系に負、正、負の3枚接合レンズを有する構成とすることで、絞りからの位置が異なる2つの接合面を配置し、この2つの接合面における軸上と軸外光線の通り方が異なることを利用して、軸上および軸外の色収差補正をある程度個別に補正可能となし得るようにしている。このようにすることは、特に広画角化に伴って発生する倍率の色収差の補正に大きな効果がある。接合面を2面得る方法として、2組の接合レンズを配置することも可能であるが、組付け偏心により、2組の接合レンズの光軸ずれが発生した場合、倍率色収差が非対称に発生して不自然な色滲みが生じる。3枚接合レンズの場合は、2つの接合面の光軸ずれは小さく抑えることが可能であるため、2組の接合レンズと比較しても良好に倍率の色収差を補正することが可能となる。

具体的な各群の移動は、例えば、図1に示す第1の実施例のように、第2群光学系G2は像面に対して固定されており、第1群光学系G1が短焦点距離端（Wide）から長焦点距離端（Tele）に向けて物体側に移動するとともに、第3群光学系G3は短焦点距離端から長焦点距離端に向けて物体側に移動する。

【0025】

他の例としては、図2～図4に示す第2～第4の実施例のように、第1群光学系G1が短焦点距離端から中間焦点距離（Mean）にかけては像面側に向かって移動し、中間焦点距離から長焦点距離端に向けて物体側に移動すると共に、第2群光学系G2は短焦点距離端から長焦点距離端にかけては物体側に向かって移動し、第3群光学系G3は短焦点距離端から長焦点距離端にかけて物体側に向かって移動する。

また、図5に示す第5の実施例の場合には、第1群光学系G1と第2群光学系G2の移動は、図2～図4と同様であるが、第3群光学系G3が短焦点距離端から中間焦点距離にかけては物体側に向かって移動し、中間焦点距離から長焦点距離端にかけては像面側に向かって移動する。

さらに他の例としては、図6および図7に示す第6および第7の実施例のように、第1群光学系G1が短焦点距離端から長焦点距離端にかけて物体側に向かって移動するとともに、第2群光学系G2は短焦点距離端から長焦点距離端にかけて

像面側に向かって移動し、第3群光学系G3は短焦点距離端から長焦点距離端にかけて物体側に向かって移動する。

【0026】

このようなズームレンズにおいては、第1群光学系G1は、上述した図1～図7に示す第1～第7の実施例の何れの場合でも、像面側に凸形状をなす軌跡を描いて移動することを特徴としている（請求項2に対応する）。また、第2群光学系G2は、略単調または若干像面側に凸形状をなす軌跡にて移動し、第3群光学系G3は、略単調または物体側に凸形状をなす軌跡にて移動する。このように各群を移動させることによって、第2群光学系G2の移動により、主に変倍を行い、その他の群は移動の仕方により、変倍および変倍に伴う像面位置の変動の補正を行う。

また、図2～図4に示した第2～第4の実施例のように、第1群光学系G1が、変倍に伴う像面位置変動の補正を行うために、短焦点距離端と長焦点距離端以外の焦点距離で最も像面に近い位置へ移動するようにしてもよい（請求項3に対応する）。

【0027】

そして、第3群光学系G3に配置される負－正－負の3枚接合レンズのうちの最も物体側の負レンズを、が像面側に強い凹面を向けて配置するようにしてもよい（請求項4に対応する）。この最も物体側の負レンズの物体側の面は、可能な限り屈折力を弱くして、不要な収差の発生を抑え、像面側の面によって主として、球面収差およびコマ収差の補正を行なう。

また、望ましくは、全変倍域における第1群光学系G1と第2群光学系G2との群間隔の変化量を K_{12} 、短焦点距離端の全系の合成焦点距離を f_w 、長焦点距離端の全系の合成焦点距離を f_t とするときに、条件式（1）を満足するようにする（請求項5に対応する）。

【0028】

$$0.6 < K_{12} / (f_w + f_t) < 1.2 \quad (1)$$

この条件式（1）は、主に変倍のための第1群光学系G1と第2群光学系G2との間隔の変化量を規定するもので、 $\{K_{12} / (f_w + f_t)\}$ が、上限を超え

ると第1群光学系G1と第2群光学系G2の変動が大きくなるため、ズームレンズ自体が大型化するとともに、前玉径が大きくなってしまい、小型化を達成できなくなる。一方、 $\{K12/(f_w + f_t)\}$ が、下限未満では、第1群光学系G1および第2群光学系G2のパワーが強くなりすぎて、各群における収差の発生量が大きくなるとともに、偏心等の製造誤差による性能劣化も大きくなり良好な結像性能が得られなくなる。

さらに、望ましくは、第3群光学系G3の上述した負-正-負の3枚接合レンズの正レンズの屈折率を N_p 、第3群光学系G3の前記3枚接合レンズの負レンズ2枚の屈折率の平均を N_n 、第3群光学系G3の前記3枚接合レンズの正レンズのアッベ数を ν_p 、第3群光学系G3の前記3枚接合レンズの負レンズ2枚のアッベ数の平均を ν_n としたとき、条件式(2)および(3)を満足するようにする(請求項6に対応する)。

【0029】

$$-0.22 < N_p - N_n < 0 \quad (2)$$

$$3 < \nu_p - \nu_n < 36 \quad (3)$$

これら条件式(2)および条件式(3)は、良好な色収差補正を行うための条件を与えるもので、 $\{N_p - N_n\}$ が条件式(2)の下限未満となるか、または $\{\nu_p - \nu_n\}$ が条件式(3)の上限を超えると、良好な色収差補正能力は得られるが、正レンズの硝子材が非常に高価となってしまう。逆に、 $\{N_p - N_n\}$ が条件式(2)の上限を超えるか、または $\{\nu_p - \nu_n\}$ が条件式(3)の下限未満となると、軸上の色収差と他の収差とのバランスを良好に保つことが困難となり、特に長焦点距離端における軸上色収差が大きくなるとともに、物体側の接合面における色収差補正能力が著しく低下する。

【0030】

また、第3群光学系G3の前記3枚接合レンズの物体側および像面側にそれぞれ少なくとも1枚の正レンズをさらに設けるようにしてもよい(請求項7に対応する)。前記3枚接合レンズには、強い凹面が2面あるため、これらの負の屈折力に対抗する正の屈折力を配置する必要がある。前記3枚接合レンズの物体側と像面側にそれぞれ正レンズを配置することにより、第3群光学系G3は、正、負

、正、負、正の構成となり、屈折力をバランス良く配置することが可能となるため、1つのレンズ面における収差の発生を効果的に抑えることができるとともに、偏心等の製造誤差による性能劣化も小さく抑えることができる。

さらに、前記3枚接合レンズの物体側および像面側に配置される各少なくとも1枚の正レンズのうちの少なくとも1枚は、非球面を有していることが望ましい（請求項8に対応する）。第3群光学系G3の前記3枚接合レンズの物体側および像面側に配置した正レンズの少なくとも1面に非球面を形成することによって、第3群光学系G3の全長を短縮することが可能となる。物体側のレンズに非球面を設けた場合には、非球面が絞りに近い位置に配置されるため、主に球面収差やコマ収差の補正に効果がある。また、像面側の正レンズに非球面を設けた場合には、非球面が絞りから離れた位置に配置されるため、軸上と軸外の光束が分離した位置に配置することができ、主に非点収差の補正に効果がある。

【0031】

また、第1群光学系G1と第2群光学系G2とは、正レンズおよび負レンズを少なくとも1枚ずつ有していることがさらに望ましい（請求項9に対応する）。高性能なズームレンズを得るためには、各収差を小さく抑える必要がある。各収差を良好に補正するためには、レンズの構成枚数がある程度増加させ、各レンズでの収差の発生を小さく抑える必要がある。しかしながら、レンズの構成枚数が多くなると、各群が厚くなり、ズームレンズ全体の小型化を達成することができなくなるとともに、機構も複雑となり製造等に係るコストの上昇の要因となる。そこで、本発明に係るズームレンズは、第1群光学系G1と第2群光学系G2とは、収差補正に最低限必要な正レンズおよび負レンズを少なくとも一枚ずつ有する構成とする。具体的には、第1群光学系G1は、負、正、正の3枚構成、または、負、正の2枚構成とし、第2群光学系G2は、負、負、正の3枚構成とする。このように少ないレンズの構成枚数で、結像性能を良好に保つために、さらに、第1群光学系G1または第2群光学系G2に非球面を少なくとも1面設けることが望ましい。

【0032】

上述した（請求項1～請求項9の）ズームレンズを撮影用ズームレンズとして

使用してカメラを構成することができ、それが本発明の第2および第3の実施の形態である（請求項10に対応する）。本発明の第2の実施の形態に係るカメラは、被写体の像を先に述べた本発明に係るズームレンズを介して記録するものであり、記録媒体としてフィルムを使用するいわゆる銀塩カメラや、CCD等を用いた受光撮像素子に結像させ、被写体の情報をデジタル情報として記録する所謂デジタルカメラやデジタルビデオに適用すること（請求項11に対応する）で、非常にコンパクトで、高変倍および高画質を得ることができ、しかも省電力のカメラを得ることができる。更に、このようなズームレンズによる被写体の像を受光する受光撮像素子が300万画素以上を有していることが望ましい。受光撮像素子は、画素数が増加すればそれだけ被写体像の記録密度を向上することが可能となり、300万画素以上を有することで、本発明のカメラで記録した被写体像をプリンタにより出力しても、従来の銀塩カメラの場合と同程度またはそれ以上の品質の出力画像を得ることができる。

【0033】

先に述べたズームレンズを使用した本発明の第2の実施の形態に係るデジタルカメラの概念図を図16に示している。

撮像装置51は、被写体を光学的に捉え、被写体像を結像させるための撮影用ズーム光学系52と、この撮影用ズーム光学系52により結像された被写体像を光電変換するための、例えばCCD撮像素子のような固体撮像素子53とを具備してなる。また、必要に応じて、被写体の撮影範囲を視認するためのレンジファインダータイプのファインダ光学系71を有していても良い。

また、先に述べたズームレンズを使用した本発明の第3の実施の形態に係るデジタルカメラの概念図を図17に示している。図17は、一眼レフレックス（一眼レフ）タイプのデジタルカメラの要部構成を示している。

【0034】

撮像装置51は、図16の場合と同様に、被写体を光学的に捉え、被写体像を結像させるための撮影用ズーム光学系52と、この撮影用ズーム光学系52により結像された被写体像を光電変換するための、例えばCCD撮像素子のような固体撮像素子53とを具備する。この場合、被写体の撮影範囲を視認するために一

眼レフレックスタイプのファインダ光学系 81 を用いている。すなわち、ファインダ光学系 81 は、撮影範囲の視認時には撮影用ズーム光学系 52 の被写体像結像光路中に挿入されて光路を反射偏向してファインダ光路に導き且つ撮影時には撮影用ズーム光学系 52 の被写体像結像光路から退避する (82A) 可動レフレックスミラー 82、撮影範囲の視認時に被写体像を結像させるフォーカシングスクリーン 83、フォーカシングスクリーン 83 の結像状態を観察するための屈曲されたファインダ光路を形成させるペンタプリズム 84 およびペンタプリズム 84 により導かれたフォーカシングスクリーン 83 の像を実像として観察するための接眼レンズ 85 を有して構成する。

【0035】

撮影用ズーム光学系 52 は、先に述べた第 1 の実施の形態に係る各実施例の何れかに相当するズームレンズを用いて構成され、その後方の所定位置には、図示していないフォーカルプレーン形式等のシャッタを介して固体撮像素子 53 が配置されている。

これら第 2 および第 3 の実施の形態に係るカメラにおける撮像装置 51 の制御系の一例の構成を図 18 に示す。撮影用ズーム光学系 52 は、先に述べた第 1 の実施の形態に係る各実施例の何れかに相当する撮影ズームレンズ 52a と該撮影ズームレンズ 52a を機械的に駆動する機械的駆動機構 52b をからなる。機械的駆動機構 52b は、例えばオートフォーカス機構、メカニカルシャッタ機構およびズームレンズ群間隔を変更するズーム機構などにより、構成されている。

【0036】

光学系により導かれた被写体の像は、固体撮像素子 53 上に結像され、固体撮像素子 53 上に配置されたフィルタ (図示されていない) により色分解された後に、光電変換され、R (red~赤)、G (green~緑)、B (blue~青) のアナログ画像信号として出力される。出力されたアナログ信号は、信号処理部 54 において、相関二重サンプリング回路 (CDS 回路) による画像信号のノイズ低減およびオートゲイン制御回路 (AGC 回路) による画像信号レベルの調整などが行われる。信号処理部 54 を通った信号は、A/D (アナログ-デジタル) 変換部 55 において、アナログ画像データを最適なサンプリング周波数のデジタル

画像データに変換される。

デジタル化された画像データは、デジタル信号処理部 56 において、R および G の各信号のゲイン調整を行うホワイトバランス調整、デジタル画像データを色差と輝度に分離する処理などの画像処理を含むデジタル信号処理を行なう。デジタル信号処理部 56 でデジタル処理された画像データは、画像メモリ 57 に一時的に保存される。

【0037】

制御部 58 は、CPU（中央処理部）、ROM（リードオンリメモリ）および RAM（ランダムアクセスメモリ）等を有して構成され、ROM に格納されたプログラムに従って、RAM を作業領域として、CPU が動作することにより、システム全体の制御を行う。例えば、機械的駆動機構 52b を駆動操作するためのモータドライバ 59 は、制御部 58 からの制御信号に基づいて動作して、ズーム光学系 52 の機械的駆動機構 52b の駆動を行う。また、タイミング制御回路 60 は、固体撮像素子 53 に対する駆動制御信号の生成および信号処理、並びに A/D 変換部 55 における A/D 変換のタイミングを制御する。

カメラとして構成する場合には、例えば図 18 に示すように撮像装置 51 に加えて、例えばフラッシュメモリーカードなどのメディアを使用して、撮影した画像を記録するためのデータ記録部 61 を有し、さらに必要に応じて LCD（液晶表示装置）等により、撮影範囲を表示する表示装置 62 などを備える。

【0038】

また、暗い被写体を撮影するために、さらにストロボ装置 63 を具備することも可能であり、光量が不足するような暗い被写体を撮影する場合には、ストロボ装置 63 によって被写体を照明することによって、適切な撮影が可能となる。これらの第 2 および第 3 の実施の形態に係り、上述したカメラと同様の機能構成をカメラ機能部として組み込んだ携帯情報端末装置を構成するようにしてもよい。すなわち、カメラ機能部を有する携帯情報端末装置におけるカメラ機能部に先に述べた第 1 の実施の形態に係るズームレンズを撮影用ズーム光学系として用いるものであり、図 16～図 18 に関連して先に述べたカメラと同等の構成を組み込んで携帯情報端末装置を構成する（請求項 12 に対応する）。

携帯情報端末装置は、図 18 に示すようなカメラの構成に加えて、カメラで撮影記録した画像データを、例えば通信系を介してパーソナルコンピュータ PC 等に送信するための通信用インタフェース (I/F) 64 を有して、カメラ機能部を構成する。

このような携帯情報端末装置においては、上述したカメラを内蔵カメラ機能部として使用することにより、携帯情報端末装置を、著しく小型化することができ、高品質な記録データを得ることができる。

【0039】

【実施例】

次に、上述した本発明の第 1 の実施の形態に係るズームレンズの具体的な数値構成を示すいくつかの実施例について詳細に説明する。

本発明の第 1 の実施の形態に係るズームレンズの実施例としてその具体的な構成および数値例を示す。各実施例において、ズームレンズの収差は十分に補正されており、300 万画素～500 万画素の受光素子に対応することが可能となっている。この第 1 の実施の形態のようにズームレンズを構成することで、充分な小型化および広画角化を達成しながら非常に良好な像性能を確保し得ることは、各実施例より明らかであろう。

以下の各実施例に関連する説明においては、次のような各種記号を用いている。

【0040】

R： 各面の曲率半径

D： 面間隔

N_d： d 線に対する屈折率

ν_d ： d 線に対するアッペ数

f： 全系の合成焦点距離

F： F ナンバ

ω ： 半画角

y'： 像高

Wide： 短焦点距離端

Mean： 中間焦点距離

T e l e : 長焦点距離端

また、非球面を定義するために次のような記号を用いる。

【0041】

Y : 光軸からの高さ

R : 非球面の近軸曲率半径

K : 円錐乗数

A₄ : 4 次の非球面係数

A₆ : 6 次の非球面係数

A₈ : 8 次の非球面係数

A₁₀ : 10 次の非球面係数

SQRT : 平方根

すなわち、非球面は、光軸から高さ Y における非球面の非球面頂点における接平面からの距離 X として、次式であらわす。

【0042】

【数1】

$$X = \frac{(1/R) \times Y^2}{1 + \text{SQRT} \{1 - (1+K) \times (Y/R)^2\}} + A_4 \times Y^4 + A_6 \times Y^6 + A_8 \times Y^8 + A_{10} \times Y^{10} \quad (4)$$

【0043】

また、以下に述べる数値例において E-X Y は、10-X Y を意味している。さらに、以下に説明する収差図については、球面収差において、実線が球面収差、破線が正弦条件をあらわし、非点収差において、実線がサジタル像面、破線がメリディオナル像面をあらわす。また、実線の一方の線は d 線 (587.56 nm)、そして他方の実線は g 線 (435.83 nm) をあらわしている。

【0044】

〔第1の実施例〕

図1は、本発明の第1の実施例に係るズームレンズの光学系の構成を示している。

図1に示すズームレンズは、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、第4レンズE4、第5レンズE5、第6レンズE6、第7レンズE7、第8レンズE8、第9レンズE9、第10レンズE10、第11レンズE11、絞りFAおよび光学フィルタ（カバーガラスを含む）OFを具備している。この場合、第1レンズE1～第3レンズE3は、第1群光学系G1を構成し、第4レンズE4～第6レンズE6は、第2群光学系G2を構成し、第7レンズE7～第11レンズE11は、第3群光学系G3を構成しており、それぞれ各レンズ群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、ズーミング等に際しては各レンズ群毎に一体的に動作する。

また、絞りFAは、第3群光学系G3の物体側に配置されており、第3群光学系G3と一体的に動作する。図1には、参考のために各光学面の面番号も付して示している。なお、図1に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、各実施例毎に独立に用いており、そのため共通の参照符号を付していても他の実施例とかならずしも共通の構成ではない。

【0045】

図1において、例えば被写体等の物体側から、順次、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、第4レンズE4、第5レンズE5、第6レンズE6、絞りFA、第7レンズE7、第8レンズE8、第9レンズE9、第10レンズE10、第11レンズE11および光学フィルタOFの順で配列されており、各種の光学フィルタリング機能を有する光学フィルタOFの背後に結像される。

第1レンズE1は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第2レンズE2は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズ、そして第3レンズE3は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズであり、第1レンズE1と第2レンズE2は、密に接合された2枚接合レンズであって、これら第1レンズE1～第3レンズE3により構成する第1群光学系G1は、全体として正の焦点距離を呈する。

【0046】

第4レンズE4は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第5レンズE5は、両凹レンズからなる負レンズ、そして第6レンズE6は、物体側に凸に

形成された正メニスカスレンズであり、第5レンズE5と第6レンズE6は、密に接合された2枚接合レンズであって、これら第4レンズE4～第6レンズE6により構成する第2群光学系G2は、全体として負の焦点距離を呈する。第7レンズE7は、両凸レンズからなる正レンズ、第8レンズE8は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第9レンズE9は、両凸レンズからなる正レンズ、第10レンズE10は、両凹レンズからなる負レンズ、そして第11レンズE11は、両凸レンズからなる正レンズであり、第8レンズE8～第10レンズE10は、密に接合された3枚接合レンズであって、これら第7レンズE7～第11レンズE11により構成する第3群光学系G3は、全体として正の焦点距離を呈する。第2群光学系G2と第3群光学系G3との間に配置された絞りFAは、第3群光学系G3と一体的に動作し、第3群光学系G3との間の距離は一定である。

【0047】

第3群光学系G3の第11レンズE11の像面側に配置された光学フィルタOFは、CCD撮像素子等の固体撮像素子53のカバーガラスを含んでいてもよく、各種の光学フィルタリング機能を有する。この第1の実施例では、第2群光学系G2の最も物体側に位置する第4レンズE4の物体側の面である第6面および第3群光学系G3の最も物体側に位置する第7レンズE7の物体側の面である第12面をそれぞれ非球面としている。

広角端、つまり短焦点距離端、と望遠端、つまり長焦点距離端、との間での変倍に伴う各群光学系G1～G3の移動は、図1に示されるように、第2群光学系G2は、移動せずに像面に対して固定しており、短焦点距離端から長焦点距離端への移動に伴って、第1群光学系G1が像面側から物体側へ向かって移動し、第3群光学系G3も像面側から物体側へ向かって移動する。

この第1の実施例においては、全系の焦点距離 f 、Fナンバー F 、そして半画角 ω は、ズーミングにより、それぞれ $f = 5.902 \sim 17.707$ 、 $F = 3.37 \sim 4.41$ 、 $\omega = 38.2 \sim 14.7$ の範囲で変化する。各光学面および光学素子に関連する光学特性は、次表の通りである。*の付されたレンズ面は非球面とされていることを示す。

【0048】

【表1】

〈光学特性〉

面	R	D	N d	ν d	備考
1	52.282	1.000	1.84666	23.8	第1レンズ
2	28.671	2.898	1.48749	70.4	第2レンズ
3	174.021	0.100			
4	24.552	2.568	1.72916	54.7	第3レンズ
5	99.447	d 1			
6*	17.989	0.800	1.88300	40.8	第4レンズ
7	4.910	4.778			
8	-9.828	0.800	1.58313	59.5	第5レンズ
9	7.598	1.483	1.80518	25.5	第6レンズ
10	1630.729	d 2			
11	0.000	0.100			
12*	10.680	3.012	1.51680	64.2	第7レンズ
13	-8.429	1.837			
14	41.562	0.800	1.84666	23.8	第8レンズ
15	13.393	2.091	1.74950	35.0	第9レンズ
16	-3.828	0.800	1.68893	31.2	第10レンズ
17	5.954	0.991			
18	8.271	2.061	1.49700	81.6	第11レンズ
19	-13.509	d 3			
20	0.000	1.980	1.51680	64.2	フィルタ、カバーガラス
21	0.000				

【0049】

表1における第6面および第12面の各光学面が非球面であり、各非球面にお

ける先に述べた式(4)に係るパラメータは、次表の通りである。

【0050】

【表2】

〈非球面係数〉

面	K	A_4	A_6	A_8	A_{10}
6	-2.73185	1.43332E-04	-3.96660E-06	1.13380E-07	-1.45326E-09
12	-3.57231	-5.64058E-04	-1.78799E-05	2.26160E-06	-2.09146E-07

第1群光学系G1と第2群光学系G2との間の間隔d1、第2群光学系G2と絞りFAとの間の間隔d2、そして第3群光学系G3と光学フィルタOFとの間の間隔d3は、可変であり、これら可変間隔d1、d2およびd3は、ズーミングに伴って、全系の焦点距離fに対応して次表のように変化させられる。

【0051】

【表3】

〈可変間隔〉

	f	d1	d2	d3
Wide	5.902	1.000	7.680	7.877
Mean	10.688	2.377	2.188	13.362
Tele	17.707	12.868	1.002	14.538

また、この第1の実施例における先に述べた本発明の各条件式(1)～(3)に係るパラメータの値は、次表の通りとなり、各条件式の範囲内である。

【0052】

【表4】

〈条件式のパラメータ値〉

$N_p - N_n$	-0.018
$\nu_p - \nu_n$	7.57
$K12 / (f_w + f_t)$	0.715

この第1の実施例における収差図を図8に示している。

【0053】

〔第2の実施例〕

図2は、本発明の第2の実施例に係るズームレンズの光学系の構成を示している。

図2に示すズームレンズは、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、第4レンズE4、第5レンズE5、第6レンズE6、第7レンズE7、第8レンズE8、第9レンズE9、第10レンズE10、第11レンズE11、絞りFAおよび光学フィルタ（カバーガラスを含む）OFを具備している。この場合、第1レンズE1～第3レンズE3は、第1群光学系G1を構成し、第4レンズE4～第6レンズE6は、第2群光学系G2を構成し、第7レンズE7～第11レンズE11は、第3群光学系G3を構成しており、それぞれ各レンズ群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、ズーミング等には各レンズ群毎に一体的に動作する。また、絞りFAは、第3群光学系G3の物体側に配置されており、第3群光学系G3と一体的に動作する。図2には、各光学面の面番号も付して示している。

なお、図2に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、各実施例毎に独立に用いており、そのため共通の参照符号を付していても他の実施例とかならずしも共通の構成ではない。

【0054】

図2において、例えば被写体等の物体側から、順次、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、第4レンズE4、第5レンズE5、第6レンズE6、絞りFA、第7レンズE7、第8レンズE8、第9レンズE9、第10レンズE10、第11レンズE11および光学フィルタOFの順で配列されており、各

種の光学フィルタリング機能を有する光学フィルタOFの背後に結像される。

第1レンズE1は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第2レンズE2は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズ、そして第3レンズE3は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズであり、第1レンズE1と第2レンズE2は、密に接合された2枚接合レンズであって、これら第1レンズE1～第3レンズE3により構成する第1群光学系G1は、全体として正の焦点距離を呈する。

【0055】

第4レンズE4は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第5レンズE5は、両凹レンズからなる負レンズ、そして第6レンズE6は、両凸レンズからなる正レンズであり、第5レンズE5と第6レンズE6は、密に接合された2枚接合レンズであって、これら第4レンズE4～第6レンズE6により構成する第2群光学系G2は、全体として負の焦点距離を呈する。第7レンズE7は、両凸レンズからなる正レンズ、第8レンズE8は、両凹レンズからなる負レンズ、第9レンズE9は、両凸レンズからなる正レンズ、第10レンズE10は、両凹レンズからなる負レンズ、そして第11レンズE11は、両凸レンズからなる正レンズであり、第8レンズE8～第10レンズE10は、密に接合された3枚接合レンズであって、これら第7レンズE7～第11レンズE11により構成する第3群光学系G3は、全体として正の焦点距離を呈する。第2群光学系G2と第3群光学系G3との間に配置された絞りFAは、第3群光学系G3と一体的に動作し、第3群光学系G3との間の距離は一定である。第3群光学系G3の第11レンズE11の像面側に配置された光学フィルタOFは、CCD撮像素子等の固体撮像素子53のカバーガラスを含んでいてもよく、各種の光学フィルタリング機能を有する。

【0056】

この第2の実施例では、第1群光学系G1の最も像面側に位置する第3レンズE3の像面側の面である第5面、第3群光学系G3の最も物体側に位置する第7レンズE7の物体側の面である第12面および第3群光学系G3の最も像面側に位置する第11レンズE11の物体側の面である第18面をそれぞれ非球面とし

ている。

広角端、つまり短焦点距離端、と望遠端、つまり長焦点距離端、との間での変倍に伴う各群光学系 G1～G3 の移動は、図 2 に示されるように、第 1 群光学系 G1 が、短焦点距離端から中間焦点距離への移動に伴って物体側から像面側へ向かって移動し、且つ中間焦点距離から長焦点距離端への移動に伴って像面側から物体側に向かって移動するとともに、短焦点距離端から長焦点距離端への移動に伴って、第 2 群光学系 G2 は、物体側から像面側へ向かって移動し、第 3 群光学系 G3 は像面側から物体側へ向かって移動する。

この第 2 の実施例においては、全系の焦点距離 f 、F ナンバ F 、そして半画角 ω は、ズーミングにより、それぞれ $f = 5.081 \sim 15.307$ 、 $F = 2.87 \sim 3.53$ 、 $\omega = 42.5 \sim 16.9$ の範囲で変化する。各光学面および光学素子に関連する光学特性は、次表の通りである。

【0057】

【表 5】

〈光学特性〉

面	R	D	N d	ν d	備考
1	29.023	0.800	1.84666	23.8	第1レンズ
2	22.712	1.757	1.49700	81.6	第2レンズ
3	24.448	0.141			
4	24.399	3.354	1.72916	54.7	第3レンズ
5*	100.352	d 1			
6	92.631	0.800	1.83500	40.8	第4レンズ
7	6.089	4.846			
8	-13.244	0.800	1.51680	64.2	第5レンズ
9	9.018	3.524	1.70200	33.3	第6レンズ
10	-25.662	d 2			
11	0.000	0.100			
12	7.653	1.853	1.69680	55.5	第7レンズ
13	-78.558	2.720			
14	-49.283	0.800	1.83400	43.0	第8レンズ
15	5.245	1.970	1.77250	55.5	第9レンズ
16	-6.596	0.800	1.75520	33.3	第10レンズ
17	2508.659	6.154			
18*	33.022	1.400	1.64769	81.6	第11レンズ
19	-63.392	d 3			
20	0.000	1.980	1.51680	64.2	フィルタ、カバーガラス
21	0.000				

表5における第5面、第12面および第18面の各光学面が非球面であり、各非球面における先に述べた式(4)に係るパラメータは、次表の通りである。

【0058】

【表6】

〈非球面係数〉

面	K	A_4	A_6	A_8	A_{10}
5	5.1558	1.09142E-04	-7.88649E-07	6.95776E-09	-2.88606E-11
12	0.5678	-2.72169E-04	-6.04473E-06	1.38190E-07	-1.47112E-08
18	-109722.6	7.20399E-04	1.32008E-05	7.50297E-07	-2.83837E-08

【0059】

第1群光学系G1と第2群光学系G2との間の間隔d1、第2群光学系G2と絞りFAとの間の間隔d2、そして第3群光学系G3と光学フィルタOFとの間の間隔d3は、可変であり、これら可変間隔d1、d2およびd3は、ズーミングに伴って、全系の焦点距離fに対応して次表のように変化させられる。

【0060】

【表7】

〈可変間隔〉

	f	d1	d2	d3
Wide	5.081	1.000	18.345	1.000
Mean	8.307	6.481	8.179	3.074
Tele	15.307	15.868	0.847	5.883

【0061】

また、この第2の実施例における先に述べた本発明の各条件式(1)～(3)に係るパラメータの値は、次表の通りとなり、各条件式の範囲内である。

【0062】

【表8】

〈条件式のパラメータ値〉

$N_p - N_n$	-0.022
$\nu_p - \nu_n$	17.34
$K12 / (f_w + f_t)$	1.111

【0063】

この第2の実施例における収差図を図9に示している。

【0064】

〔第3の実施例〕

図3は、本発明の第3の実施例に係るズームレンズの光学系の構成を示している。

図3に示すズームレンズは、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、第4レンズE4、第5レンズE5、第6レンズE6、第7レンズE7、第8レンズE8、第9レンズE9、第10レンズE10、絞りFAおよび光学フィルタ（カバーガラスを含む）OFを具備している。この場合、第1レンズE1および第2レンズE2は、第1群光学系G1を構成し、第3レンズE3～第5レンズE5は、第2群光学系G2を構成し、第6レンズE6～第10レンズE10は、第3群光学系G3を構成しており、それぞれ各レンズ群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、ズーミング等の際には各レンズ群毎に一体的に動作する。また、絞りFAは、第3群光学系G3の物体側に配置されており、第3群光学系G3と一体的に動作する。図3には、なお、図3に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、各実施例毎に独立に用いており、そのため共通の参照符号を付していても他の実施例とかならずしも共通の構成ではない。

【0065】

図3において、例えば被写体等の物体側から、順次、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、第4レンズE4、第5レンズE5、絞りFA、第6レンズE6、第7レンズE7、第8レンズE8、第9レンズE9、第10レンズE10および光学フィルタOFの順で配列されており、各種の光学フィルタリン

グ機能を有する光学フィルタOFの背後に結像される。

第1レンズE1は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、そして第2レンズE2は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズであって、これら第1レンズE1および第2レンズE2により構成する第1群光学系G1は、全体として正の焦点距離を呈する。第3レンズE3は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第4レンズE4は、両凹レンズからなる負レンズ、そして第5レンズE5は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズであり、第4レンズE4と第5レンズE5は、密に接合された2枚接合レンズであって、これら第3レンズE3～第5レンズE5により構成する第2群光学系G2は、全体として負の焦点距離を呈する。

【0066】

第6レンズE6は、両凸レンズからなる正レンズ、第7レンズE7は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第8レンズE8は、両凸レンズからなる正レンズ、第9レンズE9は、両凹レンズからなる負レンズ、そして第10レンズE10は、両凸レンズからなる正レンズであり、第7レンズE7～第9レンズE9は、密に接合された3枚接合レンズであって、これら第6レンズE6～第10レンズE10により構成する第3群光学系G3は、全体として正の焦点距離を呈する。第2群光学系G2と第3群光学系G3との間に配置された絞りFAは、第3群光学系G3と一体的に動作し、第3群光学系G3との間の距離は一定である。第3群光学系G3の第10レンズE10の像面側に配置された光学フィルタOFは、CCD撮像素子等の固体撮像素子53のカバーガラスを含んでいてもよく、各種の光学フィルタリング機能を有する。この第3の実施例では、第2群光学系G2の最も物体側に位置する第3レンズE3の物体側の面である第5面および第3群光学系G3の最も物体側に位置する第6レンズE6の物体側の面である第11面をそれぞれ非球面としている。

【0067】

広角端、つまり短焦点距離端、と望遠端、つまり長焦点距離端、との間での変倍に伴う各群光学系G1～G3の移動は、図3に示されるように、第1群光学系G1が、短焦点距離端から中間焦点距離への移動に伴って物体側から像面側へ向

かって移動し、且つ中間焦点距離から長焦点距離端への移動に伴って像面側から物体側に向かって移動するとともに、短焦点距離端から長焦点距離端への移動に伴って、第2群光学系G2は、物体側から像面側へ向かって移動し、第3群光学系G3は像面側から物体側へ向かって移動する。

この第3の実施例においては、全系の焦点距離 f 、Fナンバ F 、そして半画角 ω は、ズーミングにより、それぞれ $f = 5.899 \sim 23.611$ 、 $F = 3.14 \sim 3.83$ 、 $\omega = 36.7 \sim 10.6$ の範囲で変化する。各光学面および光学素子に関連する光学特性は、次表の通りである。

【0068】

【表9】

〈光学特性〉

面	R	D	N d	ν d	備考
1	20.366	0.800	1.84666	23.8	第 1 レンズ
2	14.124	1.967			
3	15.110	4.900	1.72916	54.7	第 2 レンズ
4	127.637	d 1			
5*	72.676	0.800	1.88300	40.8	第 3 レンズ
6	6.144	3.409			
7	-28.791	0.800	1.49700	81.6	第 4 レンズ
8	7.631	2.587	1.80610	33.3	第 5 レンズ
9	53.039	d 2			
10	0.000	0.100			
11*	10.134	1.520	1.69680	55.5	第 6 レンズ
12	-18.621	1.976			
13	12.892	0.800	1.88300	40.8	第 7 レンズ
14	4.621	2.422	1.71300	53.9	第 8 レンズ
15	-4.926	0.800	1.63980	34.6	第 9 レンズ
16	5.519	5.379			
17	8.661	2.373	1.49700	81.6	第 1 0 レンズ
18	-224.285	d 3			
19	0.000	1.980	1.51680	64.2	フィルタ、カバーガラス
20	0.000				

【 0 0 6 9 】

表 9 における第 5 面および第 1 1 面の各光学面が非球面であり、各非球面における先に述べた式 (4) に係るパラメータは、次表の通りである。

【 0 0 7 0 】

【表 1 0】

〈非球面係数〉

	K	A_4	A_6	A_8	A_{10}
5	8.90458	4.51607E-05	-9.20589E-07	1.90474E-08	-1.27028E-10
11	-0.30716	-3.20864E-04	-2.23050E-06	1.31015E-07	-1.42853E-08

【0071】

第1群光学系G1と第2群光学系G2との間の間隔d1、第2群光学系G2と絞りFAとの間の間隔d2、そして第3群光学系G3と光学フィルタOFとの間の間隔d3は、可変であり、これら可変間隔d1、d2およびd3は、ズーミングに伴って、全系の焦点距離fに対応して次表のように変化させられる。

【0072】

【表11】

〈可変間隔〉

	f	d1	d2	d3
Wide	5.900	1.000	15.971	1.000
Mean	11.300	5.192	6.028	4.335
Tele	23.600	14.380	1.064	5.948

【0073】

また、この第3の実施例における先に述べた本発明の各条件式(1)～(3)に係るパラメータの値は、次表の通りとなり、各条件式の範囲内である。

【0074】

【表12】

〈条件式のパラメータ値〉

$N_p - N_n$	-0.048
$\nu_p - \nu_n$	16.26
$K12 / (f_w + f_t)$	0.778

【0075】

この第3の実施例における収差図を図10に示している。

【0076】

〔第4の実施例〕

図4は、本発明の第4の実施例に係るズームレンズの光学系の構成を示している。

図4に示すズームレンズは、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、第4レンズE4、第5レンズE5、第6レンズE6、第7レンズE7、第8レンズE8、第9レンズE9、第10レンズE10、第11レンズE11、絞りFAおよび光学フィルタ（カバーガラスを含む）OFを具備している。この場合、第1レンズE1～第3レンズE3は、第1群光学系G1を構成し、第4レンズE4～第6レンズE6は、第2群光学系G2を構成し、第7レンズE7～第11レンズE11は、第3群光学系G3を構成しており、それぞれ各レンズ群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、ズーミング等に際しては各レンズ群毎に一体的に動作する。また、絞りFAは、第3群光学系G3の物体側に配置されており、第3群光学系G3と一体的に動作する。なお、図4に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、各実施例毎に独立に用いており、そのため共通の参照符号を付していても他の実施例とかならずしも共通の構成ではない。

【0077】

図4において、例えば被写体等の物体側から、順次、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、第4レンズE4、第5レンズE5、第6レンズE6、絞りFA、第7レンズE7、第8レンズE8、第9レンズE9、第10レンズE10、第11レンズE11および光学フィルタOFの順で配列されており、各

種の光学フィルタリング機能を有する光学フィルタOFの背後に結像される。

第1レンズE1は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第2レンズE2は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズ、そして第3レンズE3は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズであり、第1レンズE1と第2レンズE2は、密に接合された2枚接合レンズであって、これら第1レンズE1～第3レンズE3により構成する第1群光学系G1は、全体として正の焦点距離を呈する。第4レンズE4は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第5レンズE5は、両凹レンズからなる負レンズ、そして第6レンズE6は、両凸レンズからなる正レンズであり、第5レンズE5と第6レンズE6は、密に接合された2枚接合レンズであって、これら第4レンズE4～第6レンズE6により構成する第2群光学系G2は、全体として負の焦点距離を呈する。

【0078】

第7レンズE7は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズ、第8レンズE8は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第9レンズE9は、両凸レンズからなる正レンズ、第10レンズE10は、両凹レンズからなる負レンズ、そして第11レンズE11は、両凸レンズからなる正レンズであり、第8レンズE8～第10レンズE10は、密に接合された3枚接合レンズであって、これら第7レンズE7～第11レンズE11により構成する第3群光学系G3は、全体として正の焦点距離を呈する。第2群光学系G2と第3群光学系G3との間に配置された絞りFAは、第3群光学系G3と一体的に動作し、第3群光学系G3との間の距離は一定である。第3群光学系G3の第11レンズE11の像面側に配置された光学フィルタOFは、CCD撮像素子等の固体撮像素子53のカバーガラスを含んでいてもよく、各種の光学フィルタリング機能を有する。この第4の実施例では、第1群光学系G1の最も像面側に位置する第3レンズE3の物体側の面である第4面、第2群光学系G2の最も物体側に位置する第4レンズE4の物体側の面である第6面および第3群光学系G3の最も像面側に位置する第11レンズE11の物体側の面である第18面をそれぞれ非球面としている。

【0079】

広角端、つまり短焦点距離端、と望遠端、つまり長焦点距離端、との間での変

倍に伴う各群光学系 G1～G3 の移動は、図 4 に示されるように、第 1 群光学系 G1 が、短焦点距離端から中間焦点距離への移動に伴って物体側から像面側へ向かって移動し、且つ中間焦点距離から長焦点距離端への移動に伴って像面側から物体側に向かって移動するとともに、短焦点距離端から長焦点距離端への移動に伴って、第 2 群光学系 G2 は、物体側から像面側へ向かって移動し、第 3 群光学系 G3 は像面側から物体側へ向かって移動する。

この第 4 の実施例においては、全系の焦点距離 f 、F ナンバ F 、そして半画角 ω は、ズーミングにより、それぞれ $f = 5.900 \sim 23.600$, $F = 3.04 \sim 3.72$, $\omega = 38.2 \sim 11.1$ の範囲で変化する。各光学面および光学素子に関連する光学特性は、次表の通りである。

【0080】

【表 13】

〈光学特性〉

面	R	D	N d	ν d	備考
1	34.733	1.000	1.84666	23.8	第 1 レンズ
2	23.249	2.992	1.49700	81.6	第 2 レンズ
3	50.425	0.100			
4*	19.468	3.048	1.72916	54.7	第 3 レンズ
5	67.451	d 1			
6*	86.341	0.800	1.80518	25.5	第 4 レンズ
7	5.603	4.512			
8	-9.394	0.800	1.49700	81.6	第 5 レンズ
9	13.186	2.087	1.84666	23.8	第 6 レンズ
10	-33.540	d 2			
11	0.000	0.100			
12	9.855	1.418	1.74077	27.8	第 7 レンズ
13	615.630	1.279			
14	8.944	1.382	1.84666	23.8	第 8 レンズ
15	4.082	2.977	1.64000	60.2	第 9 レンズ
16	-6.047	2.648	1.80610	33.3	第 1 0 レンズ
17	8.079	1.883			
18*	8.267	2.364	1.48749	70.4	第 1 1 レンズ
19	-13.748	d 3			
20	0.000	1.980	1.51680	64.2	フィルタ、カバーガラス
21	0.000				

【 0 0 8 1 】

表 1 3 における第 4 面、第 6 面および第 1 8 面の各光学面が非球面であり、各非球面における先に述べた式 (4) に係るパラメータは、次表の通りである。

【 0 0 8 2 】

【表 1 4】

〈非球面係数〉

	K	A_4	A_6	A_8	A_{10}
4	-0.06563	-2.49787E-06	1.31109E-08	-2.07098E-10	7.80637E-13
6	117.23187	1.94059E-04	-3.89470E-06	6.63457E-08	-6.24076E-10
18	-2.7548	1.24489E-05	1.01915E-05	-8.16729E-07	2.67482E-08

【0083】

第1群光学系G1と第2群光学系G2との間の間隔d1、第2群光学系G2と絞りFAとの間の間隔d2、そして第3群光学系G3と光学フィルタOFとの間の間隔d3は、可変であり、これら可変間隔d1、d2およびd3は、ズーミングに伴って、全系の焦点距離fに対応して次表のように変化させられる。

【0084】

【表15】

〈可変間隔〉

	f	d1	d2	d3
Wide	5.899	1.000	14.870	4.812
Mean	11.108	5.956	6.058	7.771
Tele	23.611	14.670	0.882	9.585

【0085】

また、この第4の実施例における先に述べた本発明の各条件式(1)～(3)に係るパラメータの値は、次表の通りとなり、各条件式の範囲内である。

【0086】

【表16】

〈条件式のパラメータ値〉

$N_p - N_n$	-0.186
$\nu_p - \nu_n$	31.68
$K12 / (f_w + f_t)$	0.804

【0087】

この第4の実施例における収差図を図11に示している。

【0088】

〔第5の実施例〕

図5は、本発明の第5の実施例に係るズームレンズの光学系の構成を示している。

図5に示すズームレンズは、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、第4レンズE4、第5レンズE5、第6レンズE6、第7レンズE7、第8レンズE8、第9レンズE9、第10レンズE10、第11レンズE11、絞りFAおよび光学フィルタ（カバーガラスを含む）OFを具備している。この場合、第1レンズE1～第3レンズE3は、第1群光学系G1を構成し、第4レンズE4～第6レンズE6は、第2群光学系G2を構成し、第7レンズE7～第11レンズE11は、第3群光学系G3を構成しており、それぞれ各レンズ群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、ズーミング等には各レンズ群毎に一体的に動作する。また、絞りFAは、第3群光学系G3の物体側に配置されており、第3群光学系G3と一体的に動作する。なお、図5に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、各実施例毎に独立に用いており、そのため共通の参照符号を付していても他の実施例とかならずしも共通の構成ではない。

【0089】

図5において、例えば被写体等の物体側から、順次、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、第4レンズE4、第5レンズE5、第6レンズE6、絞りFA、第7レンズE7、第8レンズE8、第9レンズE9、第10レンズE10、第11レンズE11および光学フィルタOFの順で配列されており、各

種の光学フィルタリング機能を有する光学フィルタ OF の背後に結像される。

第 1 レンズ E 1 は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第 2 レンズ E 2 は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズ、そして第 3 レンズ E 3 は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズであり、第 1 レンズ E 1 と第 2 レンズ E 2 は、密に接合された 2 枚接合レンズであって、これら第 1 レンズ E 1 ～第 3 レンズ E 3 により構成する第 1 群光学系 G 1 は、全体として正の焦点距離を呈する。第 4 レンズ E 4 は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第 5 レンズ E 5 は、両凹レンズからなる負レンズ、そして第 6 レンズ E 6 は、両凸レンズからなる正レンズであり、第 5 レンズ E 5 と第 6 レンズ E 6 は、密に接合された 2 枚接合レンズであって、これら第 4 レンズ E 4 ～第 6 レンズ E 6 により構成する第 2 群光学系 G 2 は、全体として負の焦点距離を呈する。

【0090】

第 7 レンズ E 7 は、両凸レンズからなる正レンズ、第 8 レンズ E 8 は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第 9 レンズ E 9 は、両凸レンズからなる正レンズ、第 10 レンズ E 10 は、両凹レンズからなる負レンズ、そして第 11 レンズ E 11 は、両凸レンズからなる正レンズであり、第 8 レンズ E 8 ～第 10 レンズ E 10 は、密に接合された 3 枚接合レンズであって、これら第 7 レンズ E 7 ～第 11 レンズ E 11 により構成する第 3 群光学系 G 3 は、全体として正の焦点距離を呈する。第 2 群光学系 G 2 と第 3 群光学系 G 3 との間に配置された絞り F A は、第 3 群光学系 G 3 と一体的に動作し、第 3 群光学系 G 3 との間の距離は一定である。第 3 群光学系 G 3 の第 11 レンズ E 11 の像面側に配置された光学フィルタ OF は、CCD 撮像素子等の固体撮像素子 53 のカバーガラスを含んでもよく、各種の光学フィルタリング機能を有する。この第 5 の実施例では、第 1 群光学系 G 1 の最も像面側に位置する第 3 レンズ E 3 の像面側の面である第 5 面、第 3 群光学系 G 3 の最も物体側に位置する第 7 レンズ E 7 の物体側の面である第 12 面および第 3 群光学系 G 3 の最も像面側に位置する第 11 レンズ E 11 の物体側の面である第 18 面をそれぞれ非球面としている。

【0091】

広角端、つまり短焦点距離端、と望遠端、つまり長焦点距離端、との間での変

倍に伴う各群光学系 G1～G3 の移動は、図 5 に示されるように、第 1 群光学系 G1 が、短焦点距離端から中間焦点距離への移動に伴って物体側から像面側へ向かって移動し、且つ中間焦点距離から長焦点距離端への移動に伴って像面側から物体側に向かって移動するとともに、第 2 群光学系 G2 は、短焦点距離端から長焦点距離端への移動に伴って、物体側から像面側へ向かって移動し、第 3 群光学系 G3 は、短焦点距離端から中間焦点距離への移動に伴って像面側から物体側へ向かって移動し、且つ中間焦点距離から長焦点距離端への移動に伴って物体側から像面側へ向かって移動する。

この第 5 の実施例においては、全系の焦点距離 f 、F ナンバ F 、そして半画角 ω は、ズーミングにより、それぞれ $f = 5.900 \sim 23.601$ 、 $F = 2.79 \sim 3.41$ 、 $\omega = 38.2 \sim 11.1$ の範囲で変化する。各光学面および光学素子に関連する光学特性は、次表の通りである。

【0092】

【表 17】

〈光学特性〉

面	R	D	N d	ν d	備考
1	41.101	1.000	1.84666	23.8	第1レンズ
2	27.440	3.306	1.49700	81.6	第2レンズ
3	100.995	0.100			
4	26.505	2.824	1.72916	54.7	第3レンズ
5*	70.464	d 1			
6	28.455	0.800	1.88300	40.8	第4レンズ
7	6.027	3.779			
8	-15.765	0.800	1.51680	64.2	第5レンズ
9	8.236	2.599	1.80610	33.3	第6レンズ
10	1529.601	d 2			
11	0.000	0.100			
12*	10.421	1.809	1.67790	55.5	第7レンズ
13	-29.776	1.516			
14	8.644	0.800	1.83500	43.0	第8レンズ
15	4.195	2.733	1.69680	55.5	第9レンズ
16	-7.222	2.126	1.80610	33.3	第10レンズ
17	6.041	3.461			
18*	8.570	2.475	1.49700	81.6	第11レンズ
19	-22.851	d 3			
20	0.000	1.980	1.51680	64.2	フィルタ、カバーガラス
21	0.000				

【0093】

表17における第5面、第12面および第18面の各光学面が非球面であり、各非球面における先に述べた式(4)に係るパラメータは、次表の通りである。

【0094】

【表18】

〈非球面係数〉

	K	A_4	A_6	A_8	A_{10}
5	2.46107	-7.24240E-07	-9.03070E-09	4.96805E-11	-9.91944E-14
12	0.97492	-2.21645E-04	4.93689E-07	-3.04146E-07	1.17057E-08
18	-1.91564	4.52271E-05	2.48651E-06	4.43265E-08	-2.17094E-09

【0095】

第1群光学系G1と第2群光学系G2との間の間隔d1、第2群光学系G2と絞りFAとの間の間隔d2、そして第3群光学系G3と光学フィルタOFとの間の間隔d3は、可変であり、これら可変間隔d1、d2およびd3は、ズーミングに伴って、全系の焦点距離fに対応して次表のように変化させられる。

【0096】

【表19】

〈可変間隔〉

	f	d1	d2	d3
Wide	5.900	1.000	15.853	1.835
Mean	12.301	1.870	2.751	7.225
Tele	23.601	19.269	1.002	6.494

【0097】

また、この第5の実施例における先に述べた本発明の各条件式(1)～(3)に係るパラメータの値は、次表の通りとなり、各条件式の範囲内である。

【0098】

【表20】

〈条件式のパラメータ値〉

$N_p - N_n$	-0.124
$v_p - v_n$	17.34
$K12 / (f_w + f_t)$	1.004

【0099】

この第5の実施例における収差図を図12に示している。

【0100】

〔第6の実施例〕

図6は、本発明の第6の実施例に係るズームレンズの光学系の構成を示している。

図6に示すズームレンズは、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、第4レンズE4、第5レンズE5、第6レンズE6、第7レンズE7、第8レンズE8、第9レンズE9、第10レンズE10、第11レンズE11、絞りFAおよび光学フィルタ（カバーガラスを含む）OFを具備している。この場合、第1レンズE1～第3レンズE3は、第1群光学系G1を構成し、第4レンズE4～第6レンズE6は、第2群光学系G2を構成し、第7レンズE7～第11レンズE11は、第3群光学系G3を構成しており、それぞれ各レンズ群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、ズーミング等に際しては各レンズ群毎に一体的に動作する。また、絞りFAは、第3群光学系G3の物体側に配置されており、第3群光学系G3と一体的に動作する。

なお、図6に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、各実施例毎に独立に用いており、そのため共通の参照符号を付していても他の実施例とかならずしも共通の構成ではない。

【0101】

図6において、例えば被写体等の物体側から、順次、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、第4レンズE4、第5レンズE5、第6レンズE6、絞りFA、第7レンズE7、第8レンズE8、第9レンズE9、第10レンズE10、第11レンズE11および光学フィルタOFの順で配列されており、各

種の光学フィルタリング機能を有する光学フィルタOFの背後に結像される。

第1レンズE1は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第2レンズE2は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズ、そして第3レンズE3は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズであり、第1レンズE1と第2レンズE2は、密に接合された2枚接合レンズであって、これら第1レンズE1～第3レンズE3により構成する第1群光学系G1は、全体として正の焦点距離を呈する。第4レンズE4は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第5レンズE5は、両凹レンズからなる負レンズ、そして第6レンズE6は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズであり、第5レンズE5と第6レンズE6は、密に接合された2枚接合レンズであって、これら第4レンズE4～第6レンズE6により構成する第2群光学系G2は、全体として負の焦点距離を呈する。

【0102】

第7レンズE7は、両凸レンズからなる正レンズ、第8レンズE8は、両凹レンズからなる負レンズ、第9レンズE9は、両凸レンズからなる正レンズ、第10レンズE10は、両凹レンズからなる負レンズ、そして第11レンズE11は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズであり、第8レンズE8～第10レンズE10は、密に接合された3枚接合レンズであって、これら第7レンズE7～第11レンズE11により構成する第3群光学系G3は、全体として正の焦点距離を呈する。第2群光学系G2と第3群光学系G3との間に配置された絞りFAは、第3群光学系G3と一体的に動作し、第3群光学系G3との間の距離は一定である。第3群光学系G3の第11レンズE11の像面側に配置された光学フィルタOFは、CCD撮像素子等の固体撮像素子53のカバーガラスを含んでいてもよく、各種の光学フィルタリング機能を有する。この第6の実施例では、第2群光学系G2の最も物体側に位置する第4レンズE4の物体側の面である第6面、第3群光学系G3の最も物体側に位置する第7レンズE7の物体側の面である第12面および第3群光学系G3の前記3枚接合レンズの最も像面側に位置する第10レンズE10の像面側の面である第17面をそれぞれ非球面としている。

【0103】

広角端、つまり短焦点距離端、と望遠端、つまり長焦点距離端、との間での変倍に伴う各群光学系G1～G3の移動は、図6に示されるように、短焦点距離端から長焦点距離端への移動に伴って、第1群光学系G1が、像面側から物体側に向かって移動し、第2群光学系G2は、物体側から像面側へ向かって移動し、そして第3群光学系G3は像面側から物体側へ向かって移動する。

この第6の実施例においては、全系の焦点距離 f 、Fナンバ F 、そして半画角 ω は、ズーミングにより、それぞれ $f=5.900\sim35.404$ 、 $F=3.60\sim3.88$ 、 $\omega=38.2\sim7.5$ の範囲で変化する。各光学面および光学素子に関連する光学特性は、次表の通りである。

【0104】

【表21】

〈光学特性〉

面	R	D	N d	ν d	備考
1	38.793	1.000	1.84666	23.8	第1レンズ
2	22.685	4.517	1.49700	81.6	第2レンズ
3	124.293	0.100			
4	22.311	2.647	1.88300	40.8	第3レンズ
5	49.396	d 1			
6*	35.371	0.800	1.75520	27.5	第4レンズ
7	5.412	4.129			
8	-13.289	0.800	1.58913	61.3	第5レンズ
9	7.995	2.469	1.84666	23.8	第6レンズ
10	421.332	d 2			
11	0.000	0.100			
12*	7.562	1.898	1.73400	51.1	第7レンズ
13	-38.284	2.067			
14	-35.087	0.800	1.83400	37.3	第8レンズ
15	7.872	2.492	1.74400	44.9	第9レンズ
16	-4.880	1.587	1.80518	25.5	第10レンズ
17*	551.001	5.986			
18	9.387	1.699	1.51742	52.2	第11レンズ
19	21.436	d 3			
20	0.000	1.980	1.51680	64.2	フィルタ、カバーガラス
21	0.000				

【0105】

表21における第6面、第12面および第17面の各光学面が非球面であり、各非球面における先に述べた式(4)に係るパラメータは、次表の通りである。

【0106】

【表22】

〈非球面係数〉

	K	A_4	A_6	A_8	A_{10}
6	-15.51346	1.19918E-04	-1.08642E-06	1.01994E-08	-4.97906E-11
12	0.54508	-2.93810E-04	-5.76520E-06	8.86556E-08	-1.12299E-08
17	-2185.272	6.31874E-04	1.34142E-05	4.20069E-07	3.70498E-09

【0107】

第1群光学系G1と第2群光学系G2との間の間隔d1、第2群光学系G2と絞りFAとの間の間隔d2、そして第3群光学系G3と光学フィルタOFとの間の間隔d3は、可変であり、これら可変間隔d1、d2およびd3は、ズーミングに伴って、全系の焦点距離fに対応して次表のように変化させられる。

【0108】

【表23】

〈可変間隔〉

	f	d1	d2	d3
Wide	5.900	1.000	16.155	1.928
Mean	13.702	8.393	6.412	6.451
Tele	35.404	18.941	1.011	8.975

【0109】

また、この第6の実施例における先に述べた本発明の各条件式(1)～(3)に係るパラメータの値は、次表の通りとなり、各条件式の範囲内である。

【0110】

【表24】

〈条件式のパラメータ値〉

$N_p - N_n$	-0.076
$\nu_p - \nu_n$	13.50
$K12 / (f_w + f_t)$	0.915

この第6の実施例における収差図を図13に示している。

【0111】

〔第7の実施例〕

図7は、本発明の第7の実施例に係るズームレンズの光学系の構成を示している。

図7に示すズームレンズは、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、第4レンズE4、第5レンズE5、第6レンズE6、第7レンズE7、第8レンズE8、第9レンズE9、第10レンズE10、第11レンズE11、絞りFAおよび光学フィルタ（カバーガラスを含む）OFを具備している。この場合、第1レンズE1～第3レンズE3は、第1群光学系G1を構成し、第4レンズE4～第6レンズE6は、第2群光学系G2を構成し、第7レンズE7～第11レンズE11は、第3群光学系G3を構成しており、それぞれ各レンズ群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、ズーミング等には各レンズ群毎に一体的に動作する。また、絞りFAは、第3群光学系G3の物体側に配置されており、第3群光学系G3と一体的に動作する。なお、図7に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、各実施例毎に独立に用いており、そのため共通の参照符号を付していても他の実施例とかならずしも共通の構成ではない。

【0112】

図7において、例えば被写体等の物体側から、順次、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、第4レンズE4、第5レンズE5、第6レンズE6、絞りFA、第7レンズE7、第8レンズE8、第9レンズE9、第10レンズE10、第11レンズE11および光学フィルタOFの順で配列されており、各種の光学フィルタリング機能を有する光学フィルタOFの背後に結像される。

第1レンズE1は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第2レンズE2は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズ、そして第3レンズE3は、物体側に凸に形成された正メニスカスレンズであり、第1レンズE1と第2レンズE2は、密に接合された2枚接合レンズであって、これら第1レンズE1～第3レンズE3により構成する第1群光学系G1は、全体として正の焦点距離を呈する。第4レンズE4は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第5レンズE5は、両凹レンズからなる負レンズ、そして第6レンズE6は、両凸レンズからなる正レンズであり、第5レンズE5と第6レンズE6は、密に接合された2枚接合レンズであって、これら第4レンズE4～第6レンズE6により構成する第2群光学系G2は、全体として負の焦点距離を呈する。

【0113】

第7レンズE7は、両凸レンズからなる正レンズ、第8レンズE8は、物体側に凸に形成された負メニスカスレンズ、第9レンズE9は、両凸レンズからなる正レンズ、第10レンズE10は、両凹レンズからなる負レンズ、そして第11レンズE11は、両凸レンズからなる正レンズであり、第8レンズE8～第10レンズE10は、密に接合された3枚接合レンズであって、これら第7レンズE7～第11レンズE11により構成する第3群光学系G3は、全体として正の焦点距離を呈する。第2群光学系G2と第3群光学系G3との間に配置された絞りFAは、第3群光学系G3と一体的に動作し、第3群光学系G3との間の距離は一定である。第3群光学系G3の第11レンズE11の像面側に配置された光学フィルタOFは、CCD撮像素子等の固体撮像素子53のカバーガラスを含んでもよく、各種の光学フィルタリング機能を有する。この第7の実施例では、第2群光学系G2の最も物体側に位置する第4レンズE4の物体側の面である第6面、第3群光学系G3の最も物体側に位置する第7レンズE7の物体側の面である第12面および第3群光学系G3の最も像面側に位置する第11レンズE11の物体側の面である第18面をそれぞれ非球面としている。

【0114】

広角端、つまり短焦点距離端、と望遠端、つまり長焦点距離端、との間での変倍に伴う各群光学系G1～G3の移動は、図7に示されるように、短焦点距離端

から長焦点距離端への移動に伴って、第1群光学系G1が、像面側から物体側に向かって移動し、第2群光学系G2は、物体側から像面側へ向かって移動し、そして第3群光学系G3は像面側から物体側へ向かって移動する。

この第7の実施例においては、全系の焦点距離 f 、Fナンバ F 、そして半画角 ω は、ズーミングにより、それぞれ $f = 5.898 \sim 23.605$, $F = 2.79 \sim 3.45$, $\omega = 38.3 \sim 11.1$ の範囲で変化する。各光学面および光学素子に関連する光学特性は、次表の通りである。

【0115】

【表25】

〈光学特性〉

面	R	D	N d	ν d	備考
1	43.992	1.000	1.84666	23.8	第1レンズ
2	24.879	3.499	1.56384	60.8	第2レンズ
3	125.477	0.100			
4	22.003	2.758	1.78800	47.5	第3レンズ
5	49.308	d 1			
6*	52.156	0.800	1.78472	25.7	第4レンズ
7	5.356	4.310			
8	-9.221	0.800	1.49700	81.6	第5レンズ
9	11.763	1.532	1.84666	23.8	第6レンズ
10	-44.183	d 2			
11	0.000	0.245			
12*	8.247	2.509	1.60342	38.0	第7レンズ
13	-25.143	2.064			
14	15.998	0.800	1.83400	37.3	第8レンズ
15	4.105	2.812	1.72000	50.3	第9レンズ
16	-5.274	0.816	1.80518	25.5	第10レンズ
17	7.832	1.209			
18*	9.914	3.565	1.59551	39.2	第11レンズ
19	-15.402	d 3			
20	0.000	1.980	1.51680	64.2	フィルタ、カバーガラス
21	0.000				

【0116】

表25における第6面、第12面および第18面の各光学面が非球面であり、各非球面における先に述べた式(4)に係るパラメータは、次表の通りである。

【0117】

【表26】

〈非球面係数〉

	K	A ₄	A ₆	A ₈	A ₁₀
6	47.18823	1.66302E-04	-4.75304E-06	9.68797E-08	-1.16785E-09
12	0.40944	-3.51364E-04	-3.22505E-06	1.56822E-07	-1.19092E-08
18	-2.14701	4.57066E-05	8.65923E-06	-6.34640E-07	2.42648E-08

【0118】

第1群光学系G1と第2群光学系G2との間の間隔d1、第2群光学系G2と絞りFAとの間の間隔d2、そして第3群光学系G3と光学フィルタOFとの間の間隔d3は、可変であり、これら可変間隔d1、d2およびd3は、ズーミングに伴って、全系の焦点距離fに対応して次表のように変化させられる。

【0119】

【表27】

〈可変間隔〉

	f	d1	d2	d3
Wide	5.898	1.084	12.884	5.226
Mean	11.177	5.946	4.759	8.702
Tele	23.605	16.881	0.910	10.244

【0120】

また、この第7の実施例における先に述べた本発明の各条件式(1)～(3)に係るパラメータの値は、次表の通りとなり、各条件式の範囲内である。

【0121】

【表28】

〈条件式のパラメータ値〉

$N_p - N_n$	-0.100
$\nu_p - \nu_n$	18.94
$K12 / (f_w + f_t)$	0.925

この第7の実施例における収差図を図14に示している。

【0122】

上述した第6の実施例は、長焦点距離端の開口絞りを短焦点端に対して大きくして、長焦点距離端のFナンバを小さくした場合の実施例である。

また、上述した各レンズには第2群光学系G2と第3群光学系G3の間に長焦点距離端以外の変倍領域において、中間画角の光束の一部を遮光するための絞りを配置することが可能である。そこで、上述した第6の実施の形態にこの遮光のための絞りを設けた場合の収差図の例を図15に示す。この場合の遮光のための絞りの位置は、次の通りである。

短焦点距離端： 第2群光学系G2から像面側に10mmの位置

中間焦点距離： 第2群光学系G2から像面側に1mmの位置

この例では、短焦点距離端から中間焦点距離までの中間像高の光束の一部を遮光するため、遮光のための絞り位置および絞り径を変化させた例を示しているが、収差の状況に応じ、位置および径を固定して、遮光する変倍域は例えば短焦点距離端のみなどとしても良いことはいうまでもない。

【0123】

上述した各実施例から明らかなように、本発明に係るズームレンズは、レンズの構成枚数が10～11枚と少なく、非常にコンパクトなレンズであるため省資源化に対応でき、且つ短焦点距離側の半画角が38°以上と広画角で、変倍比が約3倍～6倍と高変倍比でありながら、ズーム域全体にわたって、300万画素以上の撮像素子にも対応可能となるように、色収差を初め緒収差を良好に補正することができる。さらに全てのレンズ材質として、化学的に安定で鉛や砒素等の有害物質を含まない光学ガラスを使用しているため、材料のリサイクル化が可能で、加工時の廃液による水質汚染のおそれ無く、地球環境保全が可能となる。

また、上記各実施例のズームレンズを撮影用レンズとしてカメラに使用することで、カメラとして高性能を維持しながら、大幅な小型化、軽量化および低コスト化を実現し且つ省電力を達成することが可能となる。

このようなカメラ機能に、さらに、通信機能を付加させて携帯情報端末装置を構成することによって、携帯情報端末装置の大幅な小型化、軽量化および低コスト化を実現し、且つ省電力を達成することが可能となる。

【0124】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、3倍を超える高変倍比でありながら、短焦点距離端の半画角が 38° 以上と広画角で、ズーム全域にわたってその上300万画素以上の高密度の撮像素子に対応可能な高解像力の結像性能を有し、レンズ全長およびレンズ外径が非常に小さく、レンズの構成枚数も10枚程度と少なくすることができて省資源化に対応することが可能で、しかも全てのレンズを化学的に安定で且つ鉛や砒素等の有害物質を含まない光学ガラスで構成することができて、材料のリサイクル化をも可能とし、加工時の廃液による水質汚染等のおそれもない地球環境を考慮したズームレンズ、並びにそのズームレンズを用いるカメラおよび携帯情報端末装置を提供することができる。

【0125】

すなわち本発明の請求項1のズームレンズによれば、正の屈折力を有する第1群光学系と、負の屈折力を有する第2群光学系と、正の屈折力を有する第3群光学系とを、物体側から像面側に向かって順次配置するとともに、前記第3群光学系の物体側に前記第3群光学系と一体的に移動する絞りを有し、短焦点距離端と長焦点距離端との間での変倍に伴って、短焦点距離端にて前記第1群光学系と前記第2群光学系との間隔が最小となり、長焦点距離端にて前記第2群光学系と前記第3群光学系との間隔が最小となるよう、少なくとも前記第1群光学系と前記第3群光学系とを移動させるズームレンズにおいて、前記第3群光学系が、負レンズと、正レンズと、負レンズとを順次配置して接合してなる3枚接合レンズを含むことにより、3倍を超える高変倍比でありながら、短焦点距離端の半画角が 38° 以上と広画角で、その上300万画素以上の高密度の撮像素子に対応可能

な高解像力の結像性能を実現し、レンズ全長およびレンズ外径を非常に小さくし、レンズの構成枚数も10枚程度と少なくすることができて省資源化に対応することが可能で、しかも全てのレンズを化学的に安定で且つ鉛や砒素等の有害物質を含まない光学ガラスで構成することができて、材料のリサイクル化をも可能とし、加工時の廃液による水質汚染等のおそれもなく、特に、広画角化に伴って発生する倍率の色収差補正に大きな効果を得ることができる。

【0126】

また、本発明の請求項2のズームレンズによれば、請求項1のズームレンズにおいて、前記第1群光学系が、短焦点距離端と長焦点距離端との間での中間焦点距離状態を経ての変倍動作に伴って像面側に凸形状をなして移動することにより、特に、第2群光学系の移動により、主に変倍を行ない、且つその他の群の移動により、変倍および変倍に伴う像面位置の変動の補正を行なって、良好なレンズ性能を得ることが可能となる。

本発明の請求項3のズームレンズによれば、請求項2のズームレンズにおいて、前記第1群光学系が、短焦点距離端および長焦点距離端以外の中間焦点距離において、最も像面に近い位置へ移動することにより、特に、第1群光学系が、変倍に伴う像面位置変動の補正を行なって、良好なレンズ性能を得ることが可能となる。

【0127】

本発明の請求項4のズームレンズによれば、請求項1～請求項3のうちのいずれか1項のズームレンズにおいて、前記第3群光学系の前記3枚接合レンズの最も物体側の負レンズが、像面側に強い凹面を向けて形成されることにより、特に、比較的簡単な構成で、不要な収差の発生を抑え、且つ主に球面収差およびコマ収差を効果的に補正することが可能となる。

本発明の請求項5のズームレンズによれば、請求項1～請求項4のうちのいずれか1項のズームレンズにおいて、前記条件式(1)を満足することにより、特に、小型化を実現して、しかも各群光学系における収差の発生および偏心等の製造誤差による性能劣化を効果的に抑制することが可能となる。

本発明の請求項6のズームレンズによれば、請求項1～請求項5のうちのいずれ

か1項のズームレンズにおいて、前記条件式(2)および条件式(3)を満足することにより、特に、低コストで、他の収差とのバランスを良好に保ちつつ良好な色収差補正を実現することが可能となる。

【0128】

本発明の請求項7のズームレンズによれば、請求項1～請求項6のうちのいずれか1項のズームレンズにおいて、前記第3群光学系が、前記3枚接合レンズの物体側および像面側に少なくとも1枚の正レンズをさらに有することにより、特に、第3群光学系を正、負、正、負、正の構成として屈折力をバランス良く配置し各レンズ面における収差の発生を抑え、且つ偏心等の製造誤差による性能劣化も小さく抑えることが可能となる。

本発明の請求項8のズームレンズによれば、請求項7のズームレンズにおいて、前記3枚接合レンズの物体側および像面側に配置された正レンズのうちの少なくとも1枚の正レンズが、非球面を有することにより、特に、軸上と軸外の光束が分離した位置に配置でき、主に非点収差補正が効果的に行える。

本発明の請求項9のズームレンズによれば、請求項1～請求項8のうちのいずれか1項のズームレンズにおいて、収差補正に最低限必要な正レンズと負レンズを前記第1群光学系および前記第2群光学系の各々に加えることにより、ズームレンズ全体の構成の簡略化、小型化、低コスト化を図りつつ、各収差を小さく抑える正レンズと負レンズを少なくとも1枚ずつ含むことにより、特に、適切に収差補正を行なってしかも小型化を達成することが可能となる。

【0129】

また、本発明の請求項10のカメラによれば、撮影用光学系として、請求項1～請求項9のうちのいずれか1項のズームレンズを使用することにより、3倍を超える高変倍比でありながら、短焦点距離端の半画角が 38° 以上と広画角で、その上300万画素以上の高密度の撮像素子に対応可能な高解像力の結像性能を実現し、レンズ全長およびレンズ外径を非常に小さくし、レンズの構成枚数も10枚程度と少なくすることができて省資源化に対応することが可能で、しかも全てのレンズを化学的に安定で且つ鉛や砒素等の有害物質を含まない光学ガラスで構成することができて、材料のリサイクル化をも可能とし、加工時の廃液による

水質汚染等のおそれもなく、特に、コンパクトで、高変倍、高画質および省電力なカメラを提供することができる。

本発明の請求項 11 のカメラによれば、請求項 10 のカメラにおいて、当該カメラが、撮影画像をデジタル情報とする機能を含むデジタルカメラとすることにより、特に、非常にコンパクトで、高変倍および高画質を実現することが可能となり、プリンタにより本発明に係るデジタルカメラで記録した被写体像を出力しても、従来の銀鉛カメラでの画質と比べ同程度以上の品質の出力、即ち画質を得ることができる。

【0130】

また、本発明の請求項 12 の携帯情報端末装置によれば、カメラ機能部の撮影用光学系として、請求項 1～請求項 9 のうちのいずれか 1 項のズームレンズを使用することにより、3 倍を超える高変倍比でありながら、短焦点距離端の半画角が 38° 以上と広画角で、その上 300 万画素以上の高密度の撮像素子に対応可能な高解像力の結像性能を実現し、レンズ全長およびレンズ外径を非常に小さくし、レンズの構成枚数も 10 枚程度と少なくすることができて省資源化に対応することが可能で、しかも全てのレンズを化学的に安定で且つ鉛や砒素等の有害物質を含まない光学ガラスで構成することができて、材料のリサイクル化をも可能とし、加工時の廃液による水質汚染等のおそれもなく、特に、非常に小型で、しかも高品質な記録データを得ることが可能な携帯情報端末装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態に係るズームレンズの第 1 の実施例の光学系構成を示す構成図である。

【図 2】

本発明の第 1 の実施の形態に係るズームレンズの第 2 の実施例の光学系構成を示す構成図である。

【図 3】

本発明の第 1 の実施の形態に係るズームレンズの第 3 の実施例の光学系構成を

示す構成図である。

【図 4】

本発明の第 1 の実施の形態に係るズームレンズの第 4 の実施例の光学系構成を示す構成図である。

【図 5】

本発明の第 1 の実施の形態に係るズームレンズの第 5 の実施例の光学系構成を示す構成図である。

【図 6】

本発明の第 1 の実施の形態に係るズームレンズの第 6 の実施例の光学系構成を示す構成図である。

【図 7】

本発明の第 1 の実施の形態に係るズームレンズの第 7 の実施例の光学系構成を示す構成図である。

【図 8】

図 1 のズームレンズにおける収差特性を示す収差図である。

【図 9】

図 2 のズームレンズにおける収差特性を示す収差図である。

【図 10】

図 3 のズームレンズにおける収差特性を示す収差図である。

【図 11】

図 4 のズームレンズにおける収差特性を示す収差図である。

【図 12】

図 5 のズームレンズにおける収差特性を示す収差図である。

【図 13】

図 6 のズームレンズにおける収差特性を示す収差図である。

【図 14】

図 7 のズームレンズにおける収差特性を示す収差図である。

【図 15】

図 6 のズームレンズにおける短焦点距離端および中間焦点距離における中間像

高の光束を絞りにによって遮光したときの収差特性を示す収差図である。

【図 16】

本発明の第2の実施の形態に係るレンジファインダタイプの光学ファインダを備えたデジタルカメラの構成を概念的に示す概略構成図である。

【図 17】

本発明の第3の実施の形態に係る一眼レフレックスタイプの光学ファインダを備えたデジタルカメラの構成を概念的に示す概略構成図である。

【図 18】

本発明の第2および第3の実施の形態に係るデジタルカメラまたは携帯情報端末装置の制御構成を概略的に示すブロック図である。

【符号の説明】

G 1 第1群光学系

G 2 第2群光学系

G 3 第3群光学系

F A 絞り

O F 光学フィルタ

E 1 第1レンズ

E 2 第2レンズ

E 3 第3レンズ

E 4 第4レンズ

E 5 第5レンズ

E 6 第6レンズ

E 7 第7レンズ

E 8 第8レンズ

E 9 第9レンズ

E 1 0 第10レンズ

E 1 1 第11レンズ

1 ~ 2 1 各面

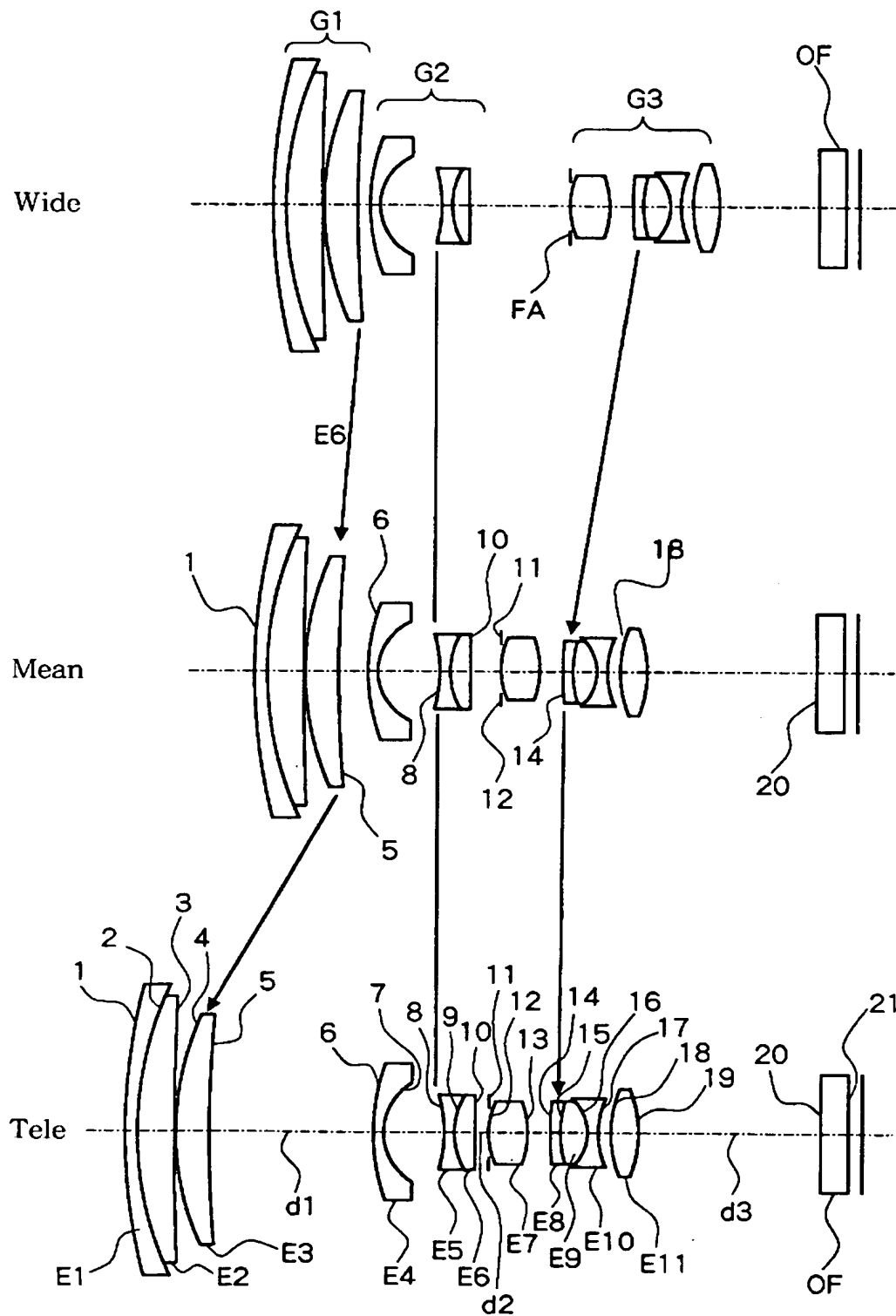
F A 絞り

- F 光学フィルタ
- 5 1 撮像装置
- 5 2 撮影用ズーム光学系
- 5 2 a 撮影ズームレンズ
- 5 2 b 機械的駆動機構
- 5 3 固体撮像素子
- 5 4 信号処理部
- 5 5 A／D（アナログーデジタル）変換部
- 5 6 デジタル信号処理部
- 5 7 画像メモリ
- 5 8 制御部
- 5 9 モータドライバ
- 6 0 タイミング制御回路
- 6 1 データ記録部
- 6 2 表示装置
- 6 3 ストロボ装置
- 6 4 通信用インタフェース（I／F）
- 7 1, 8 1 ファインダ光学系
- 8 2 可動レフレックスミラー
- 8 3 フォーカシングスクリーン
- 8 4 ペンタプリズム
- 8 5 接眼レンズ

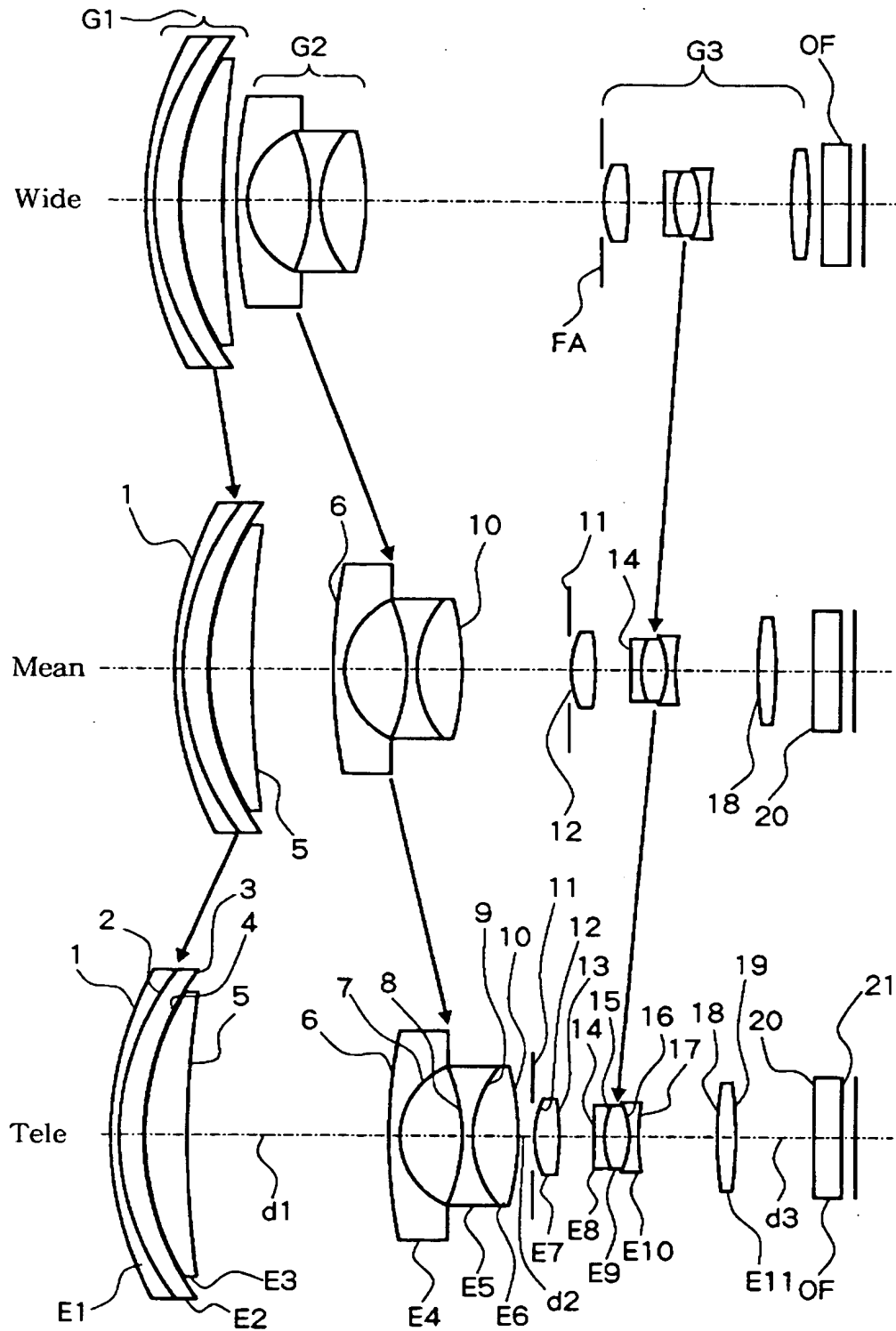
【書類名】

図面

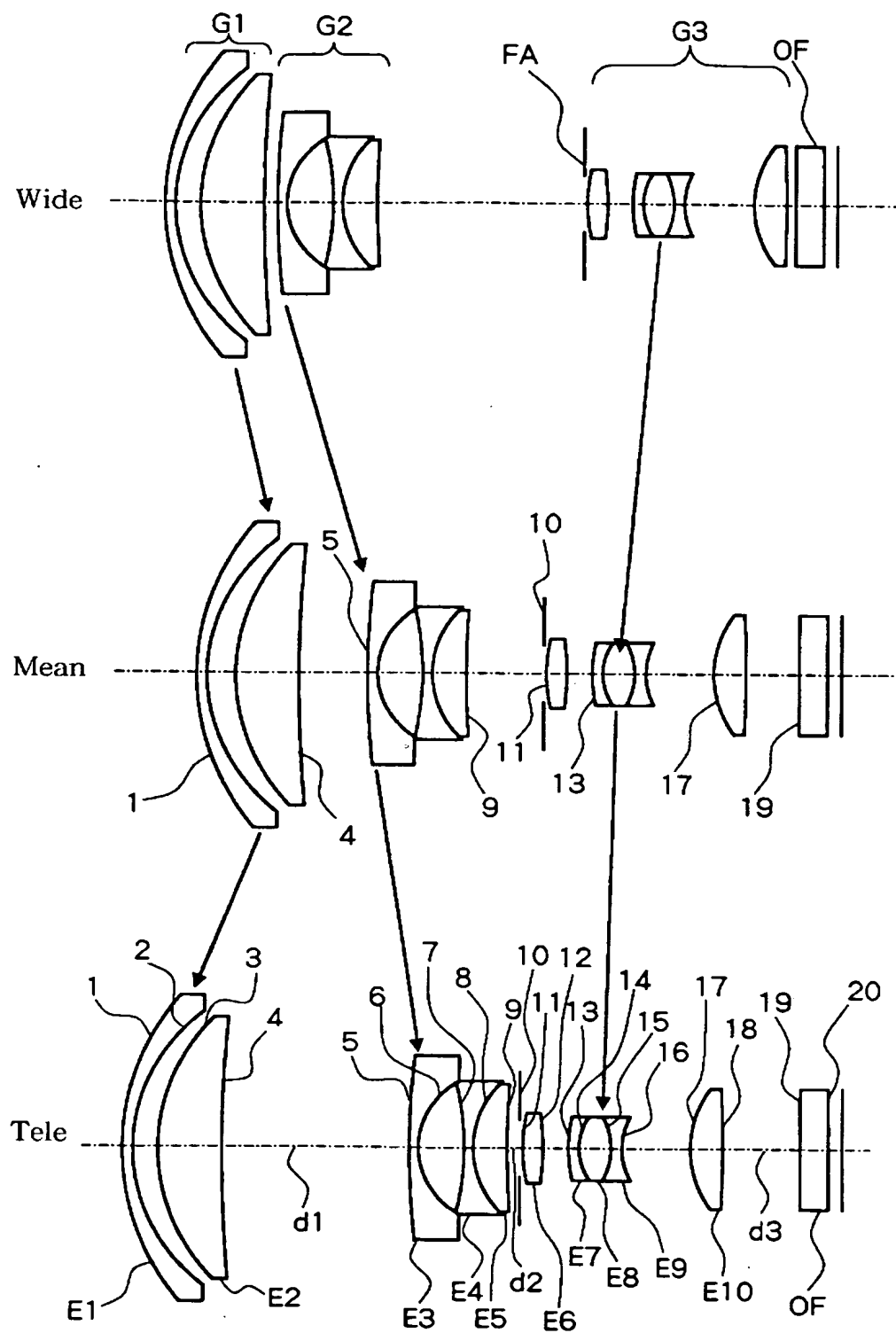
【図 1】



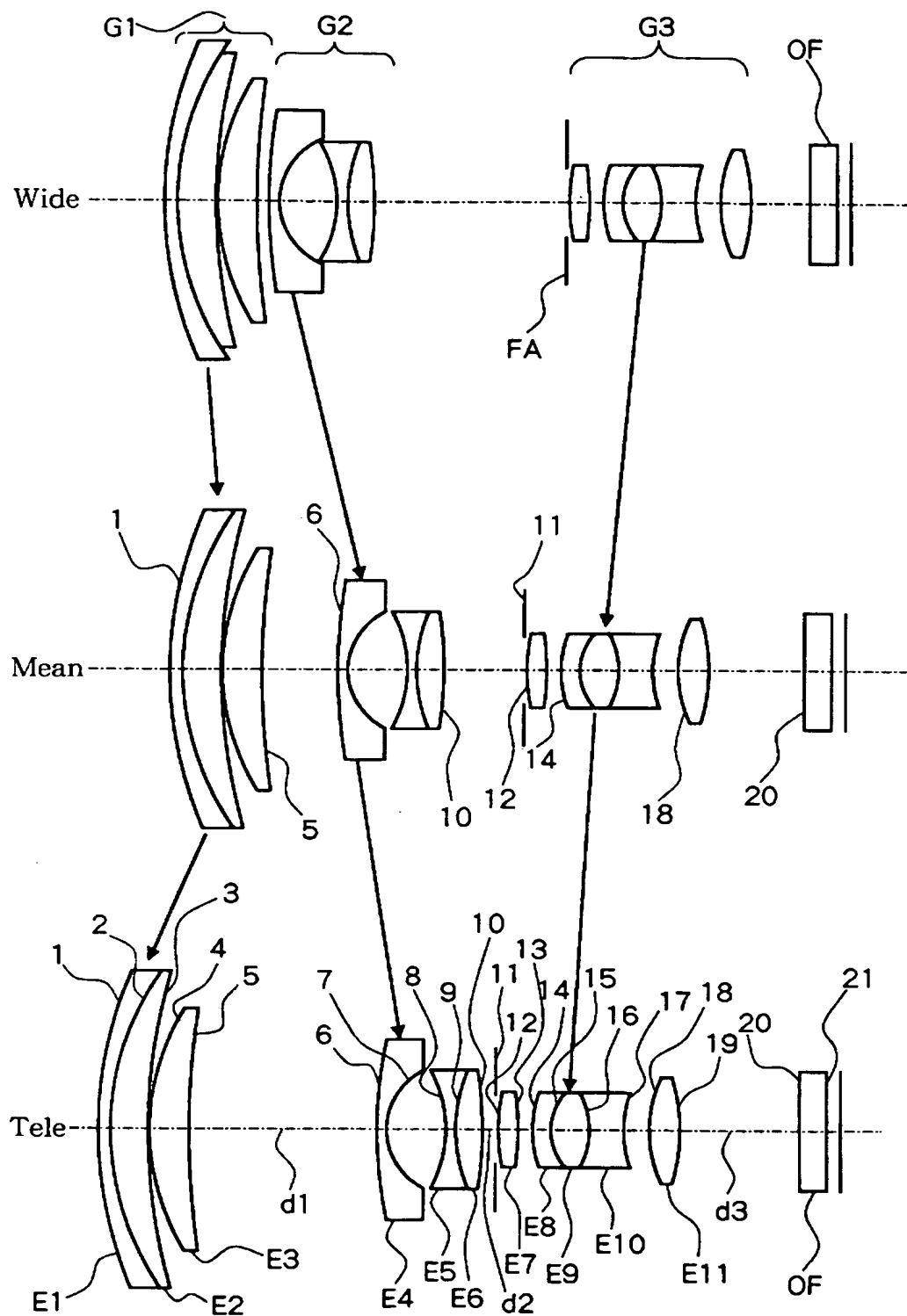
【図 2】



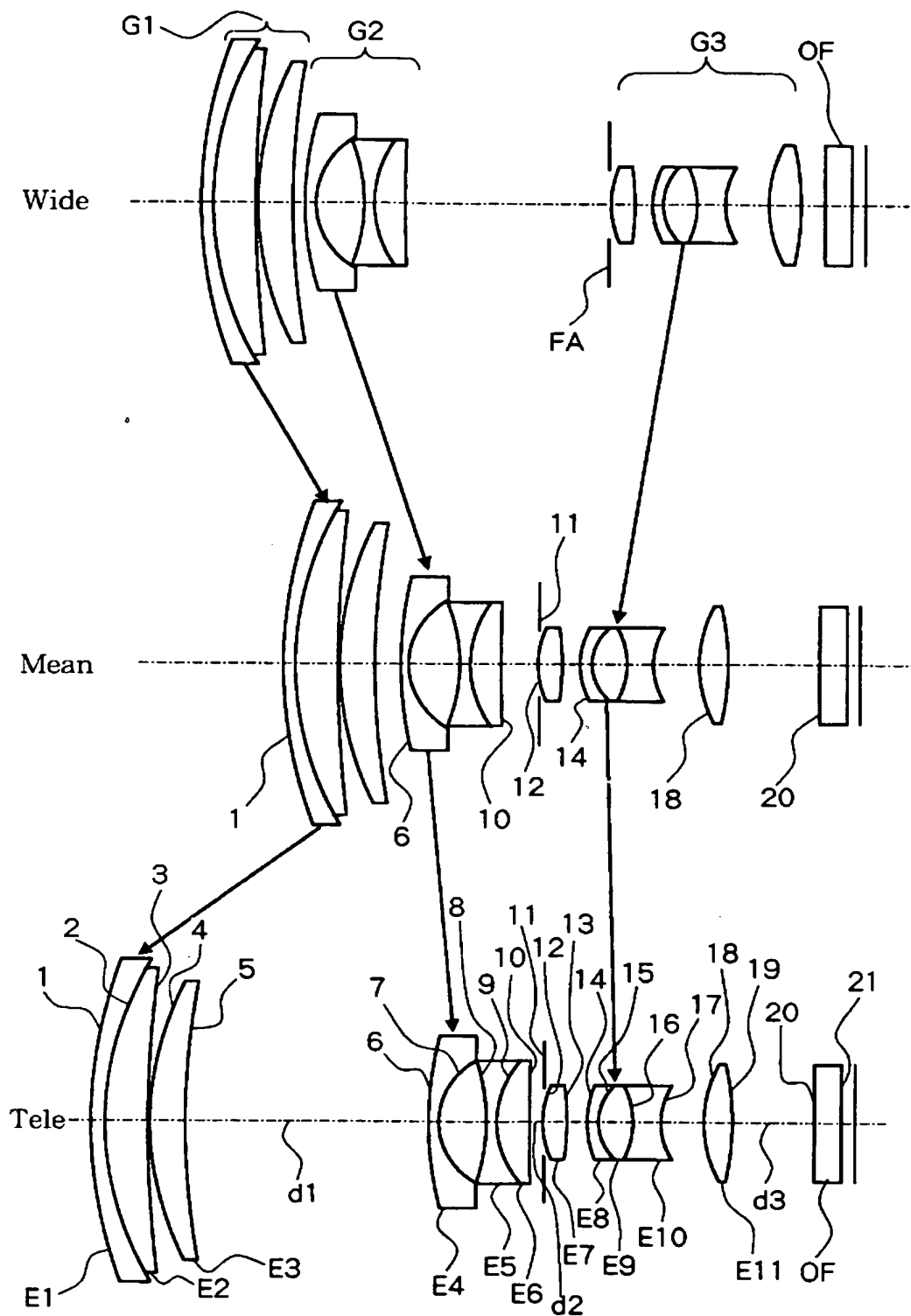
【図 3】



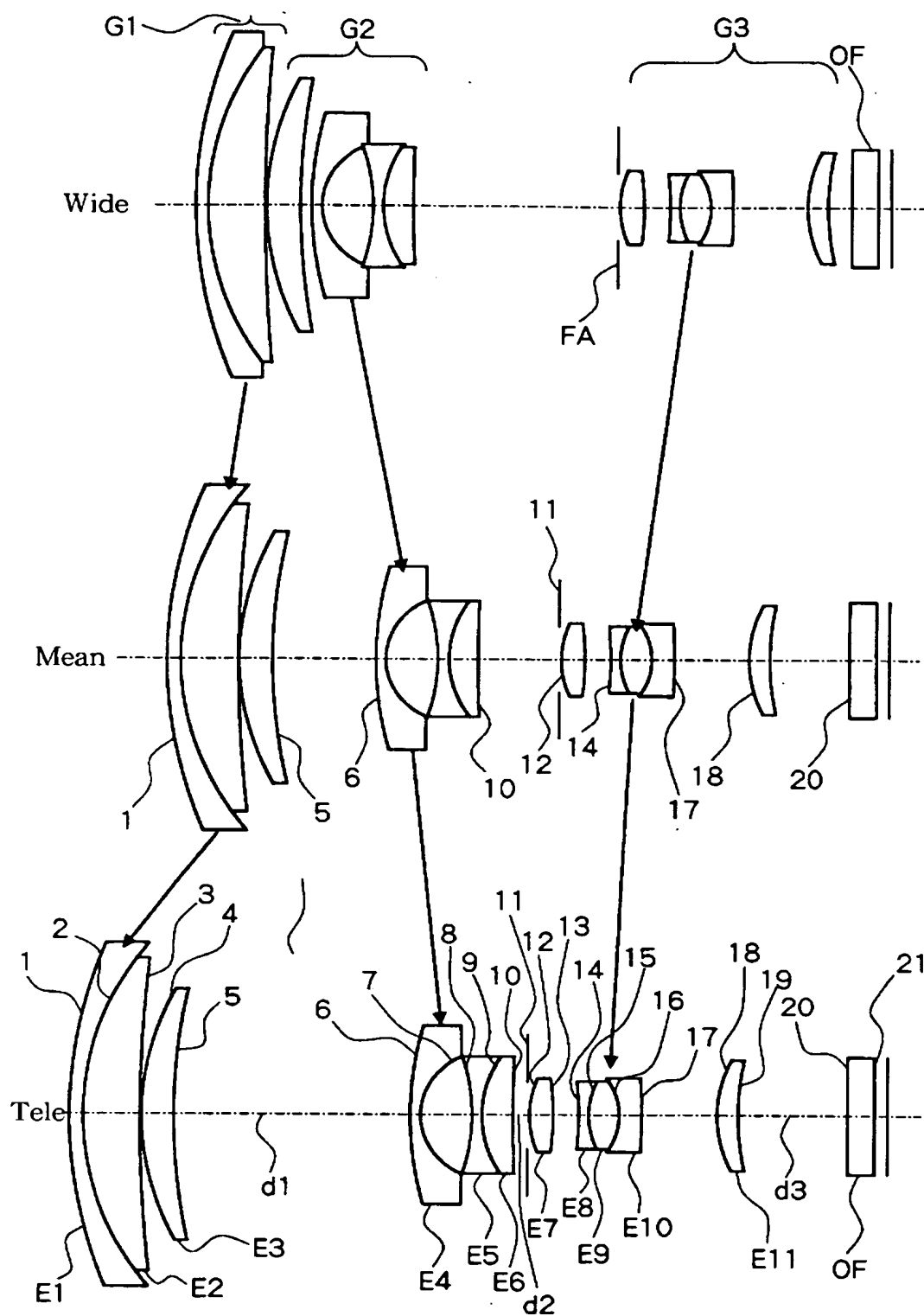
【図 4】



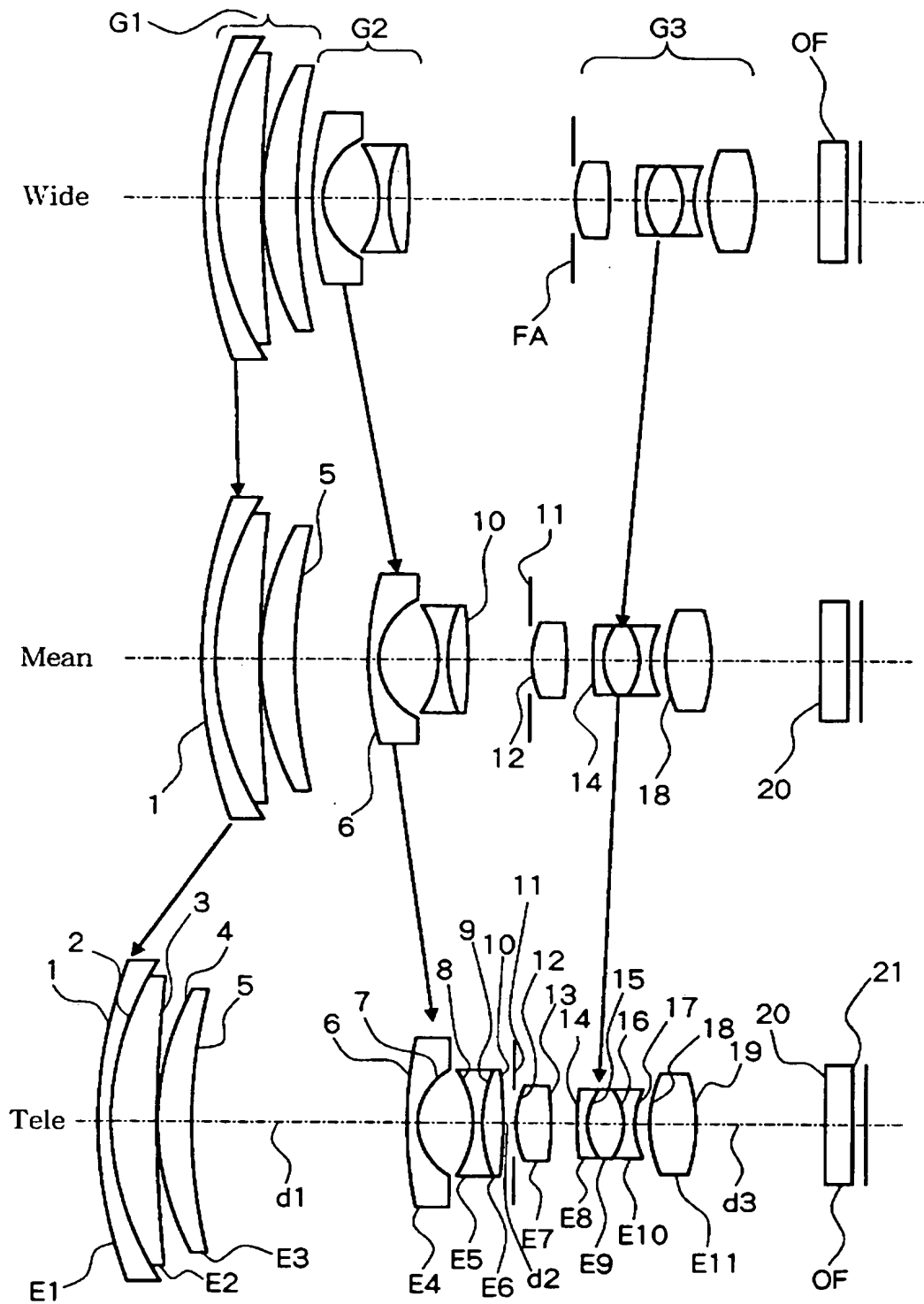
【図 5】



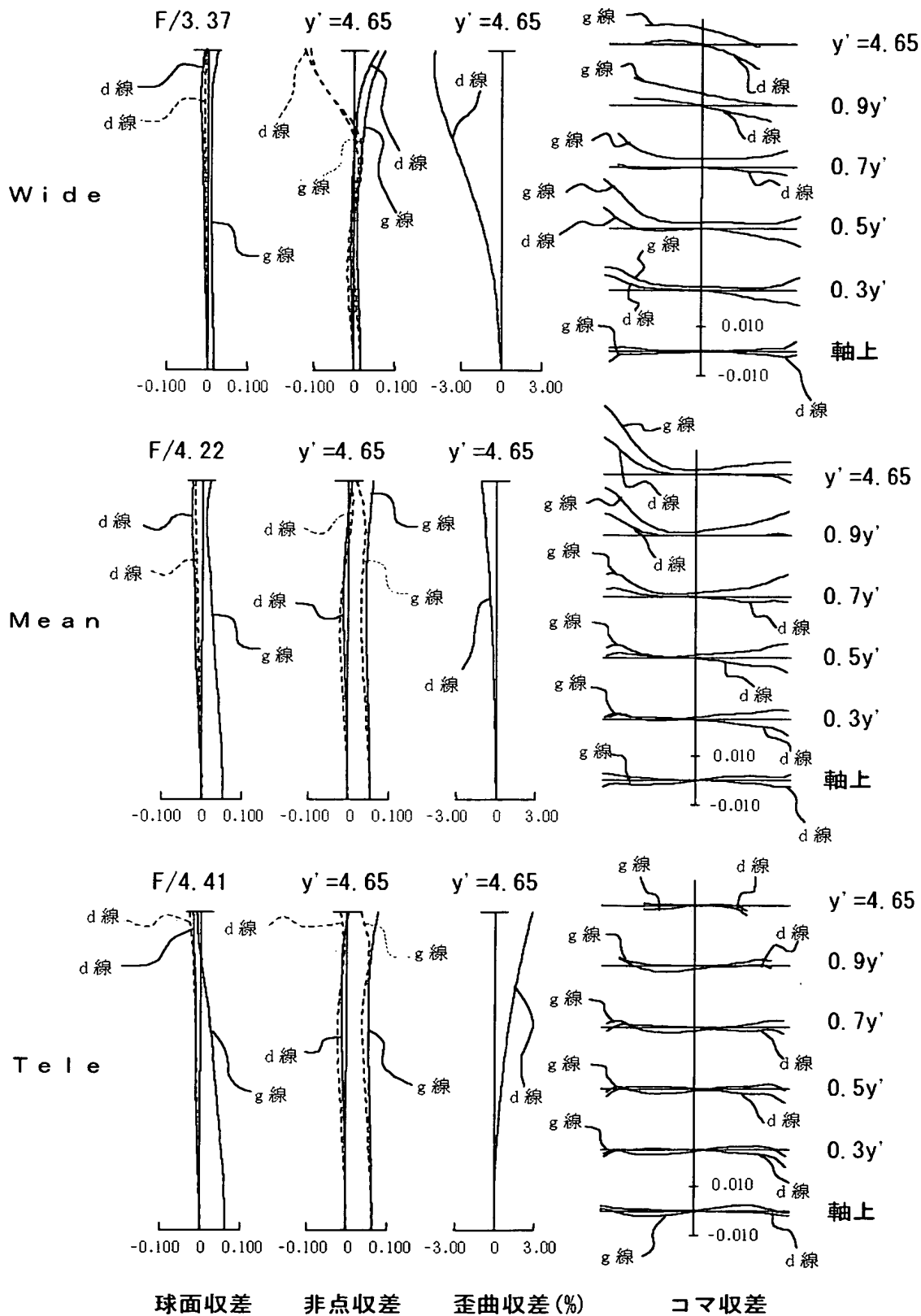
【図 6】



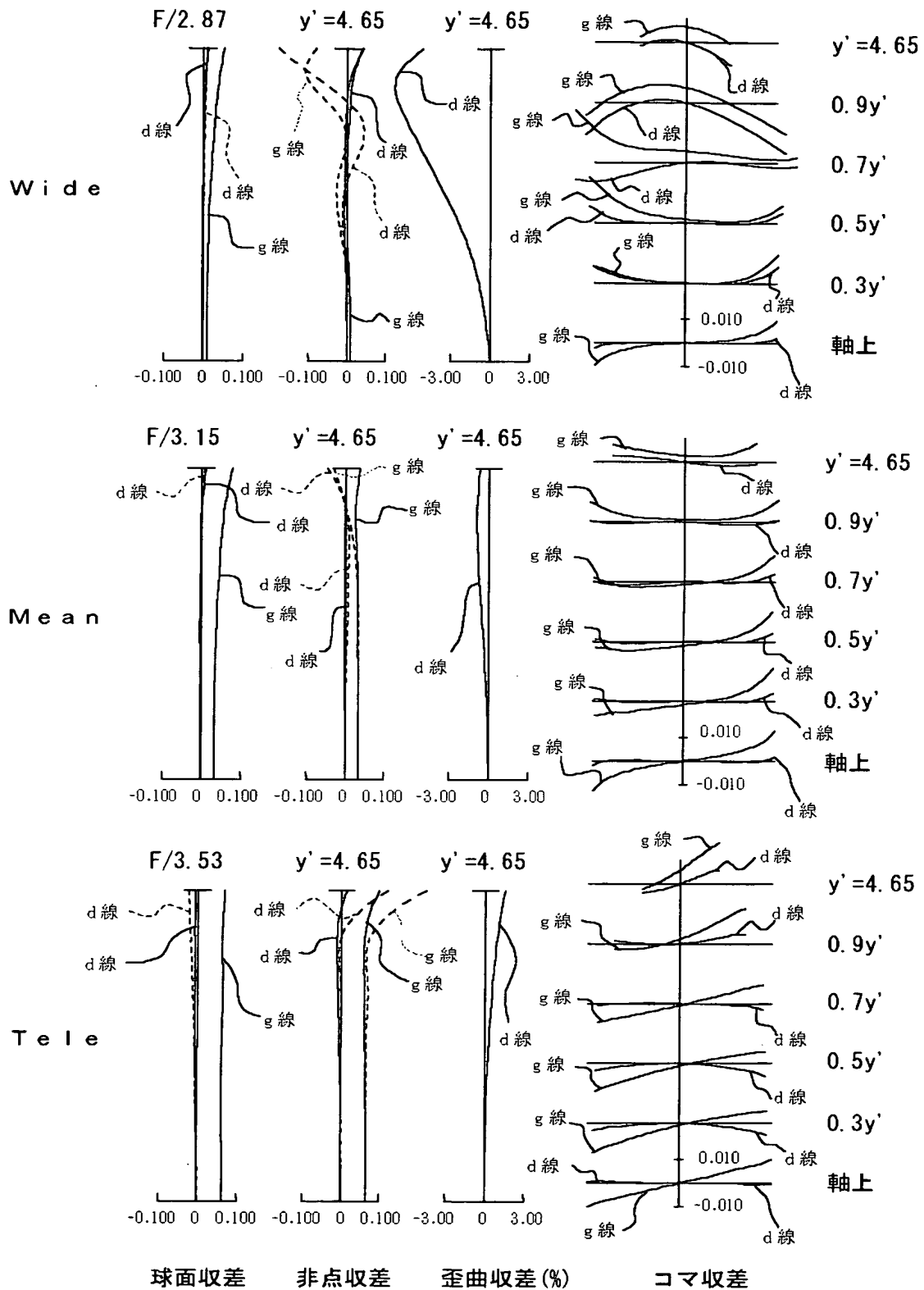
【図 7】



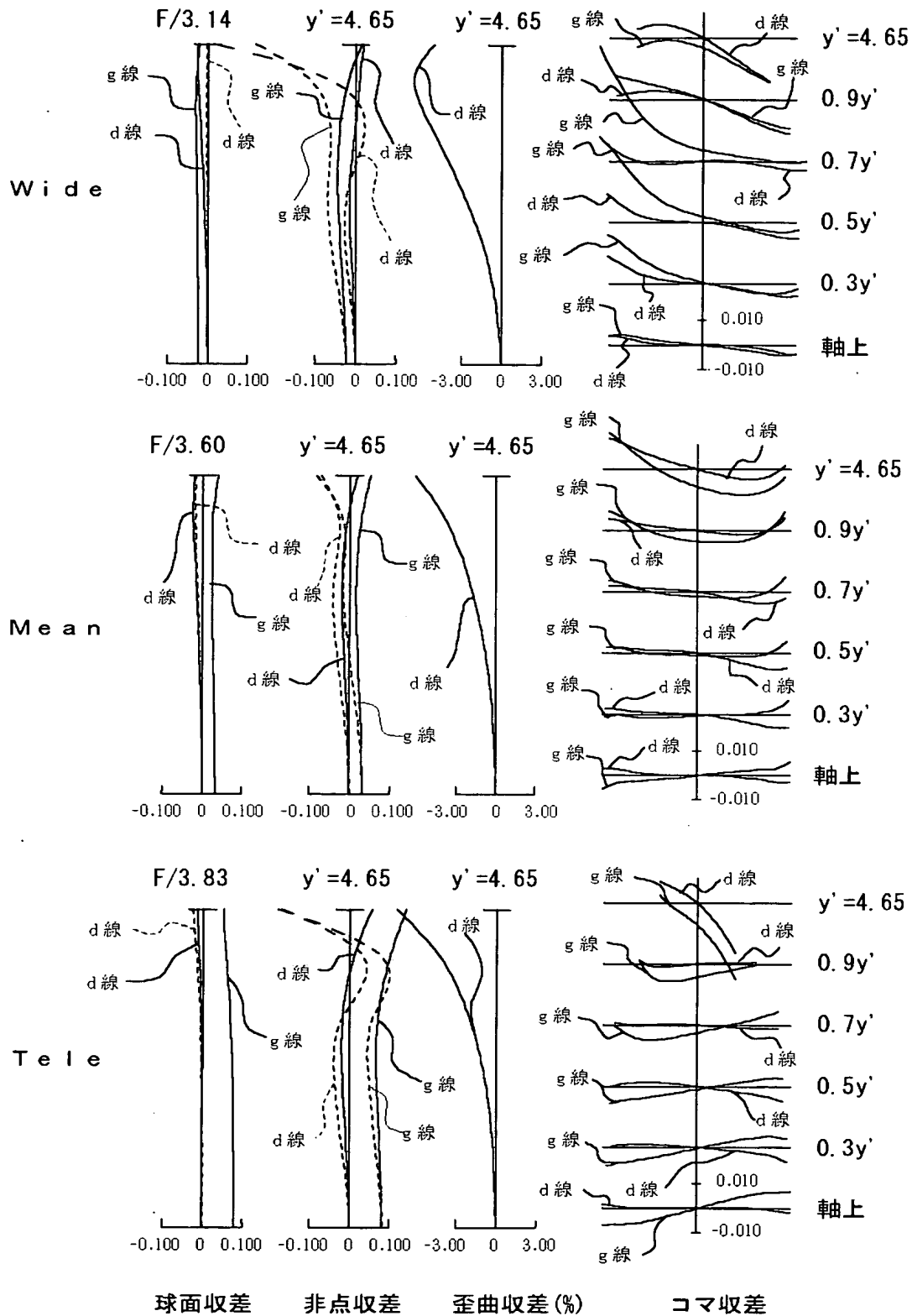
【図8】



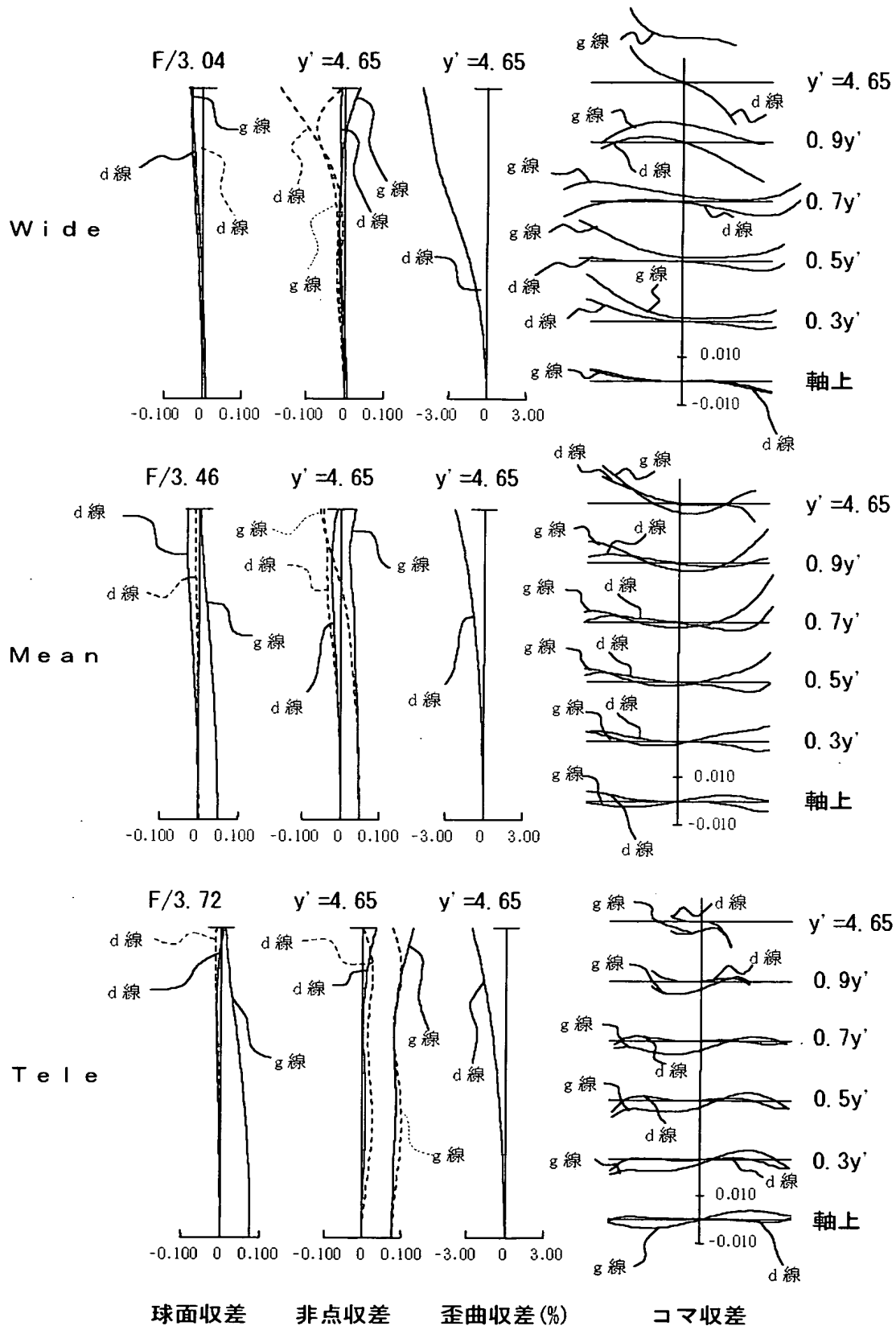
【図9】



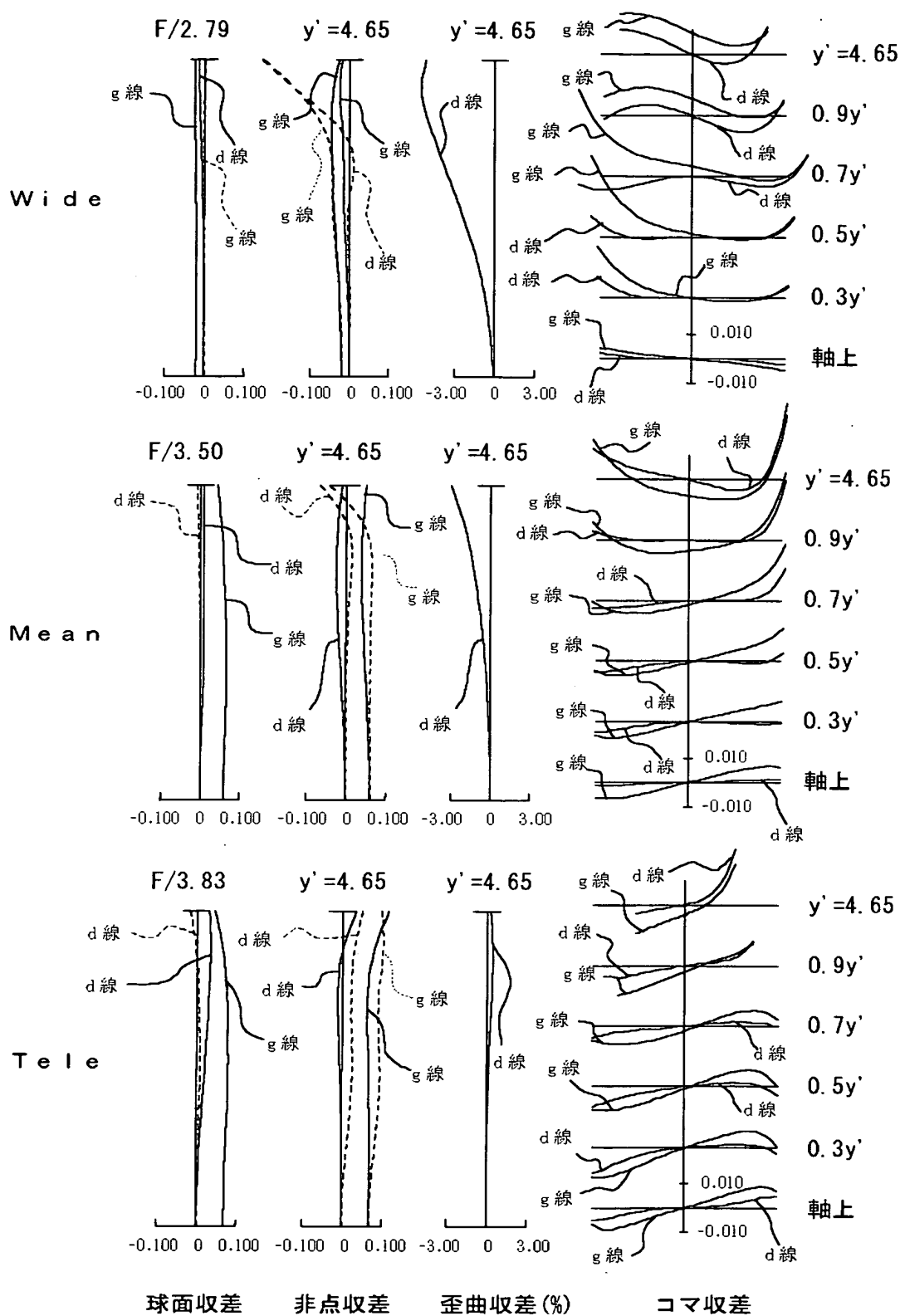
【図 10】



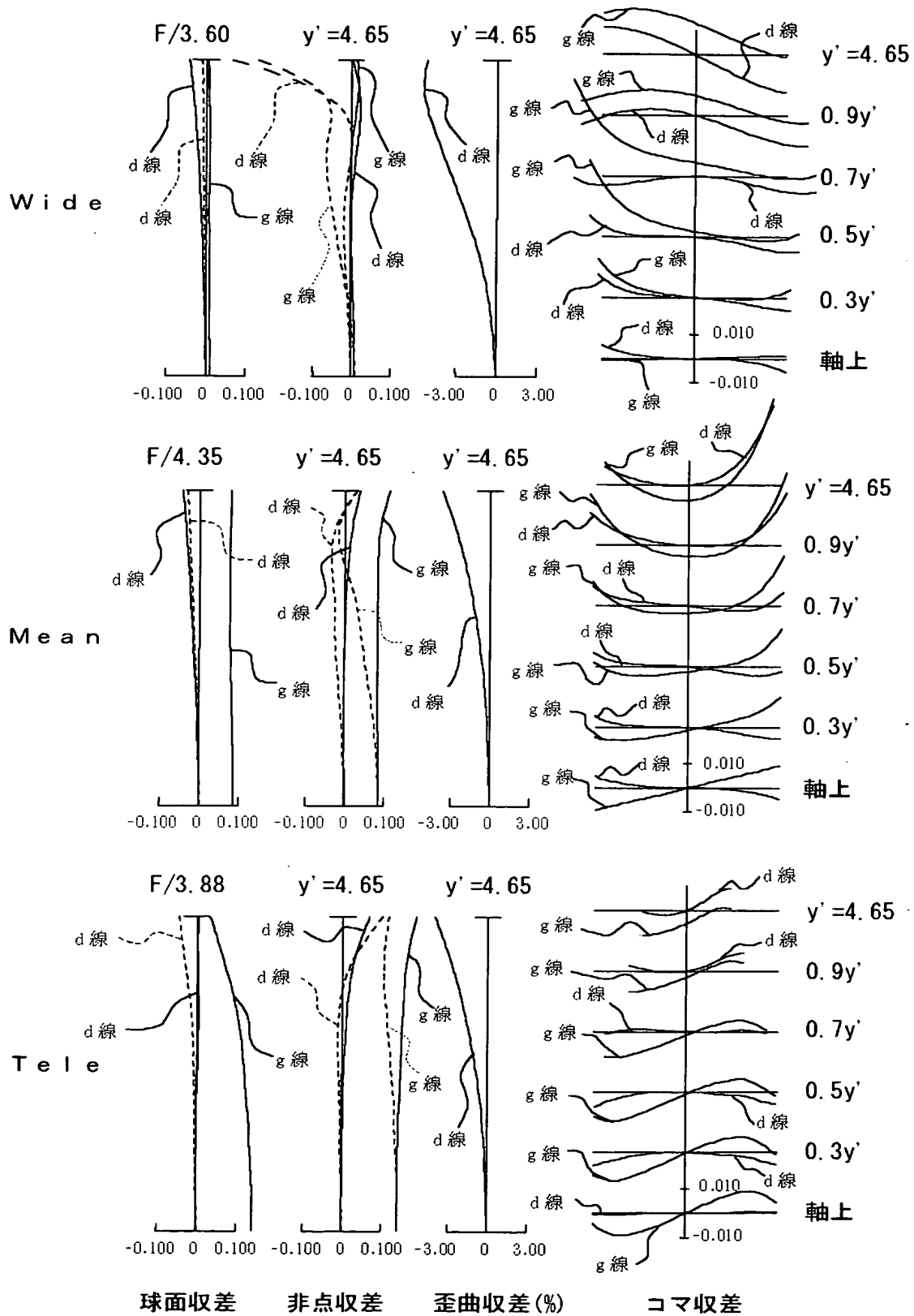
【図 11】



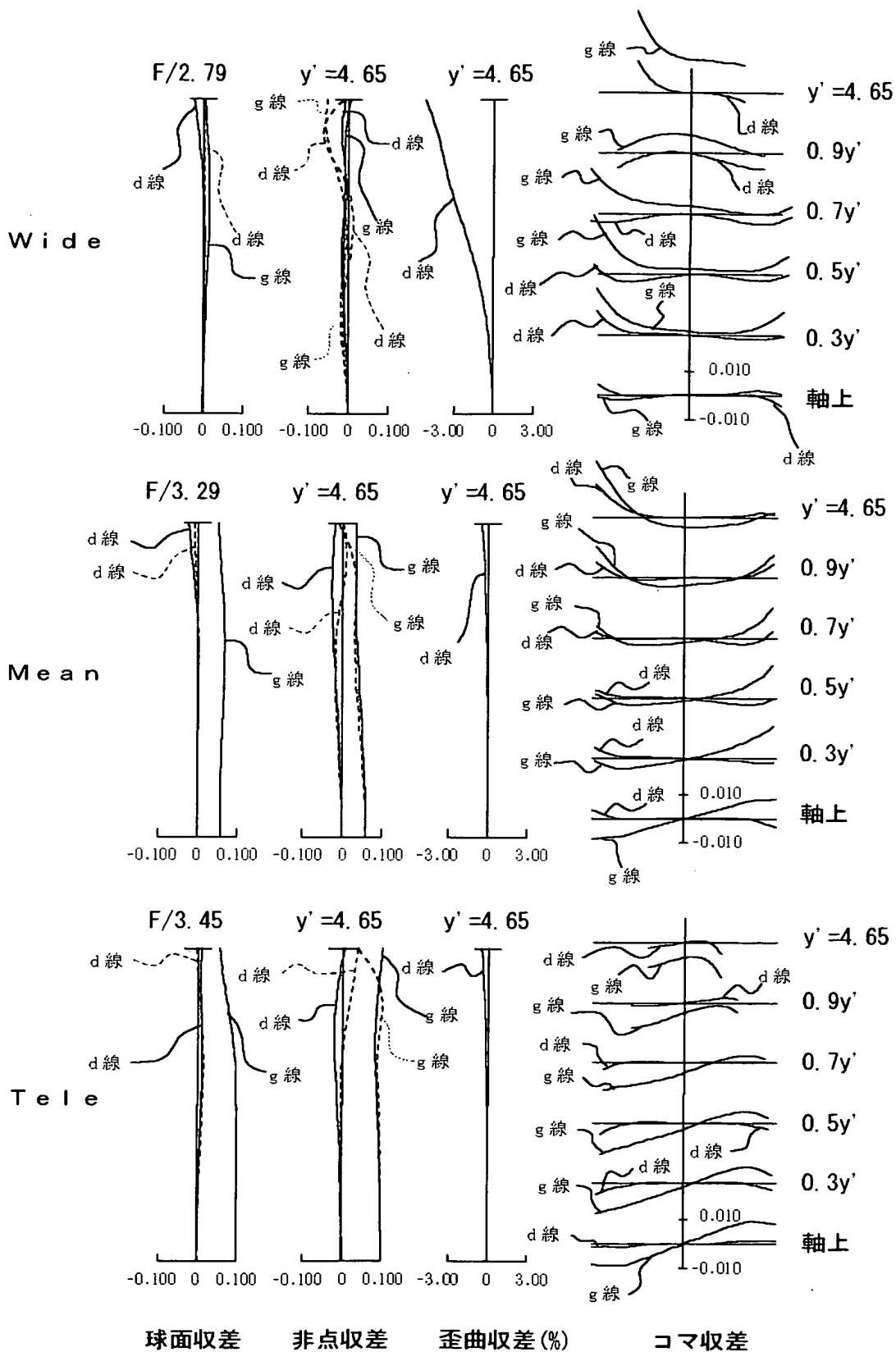
【図 12】



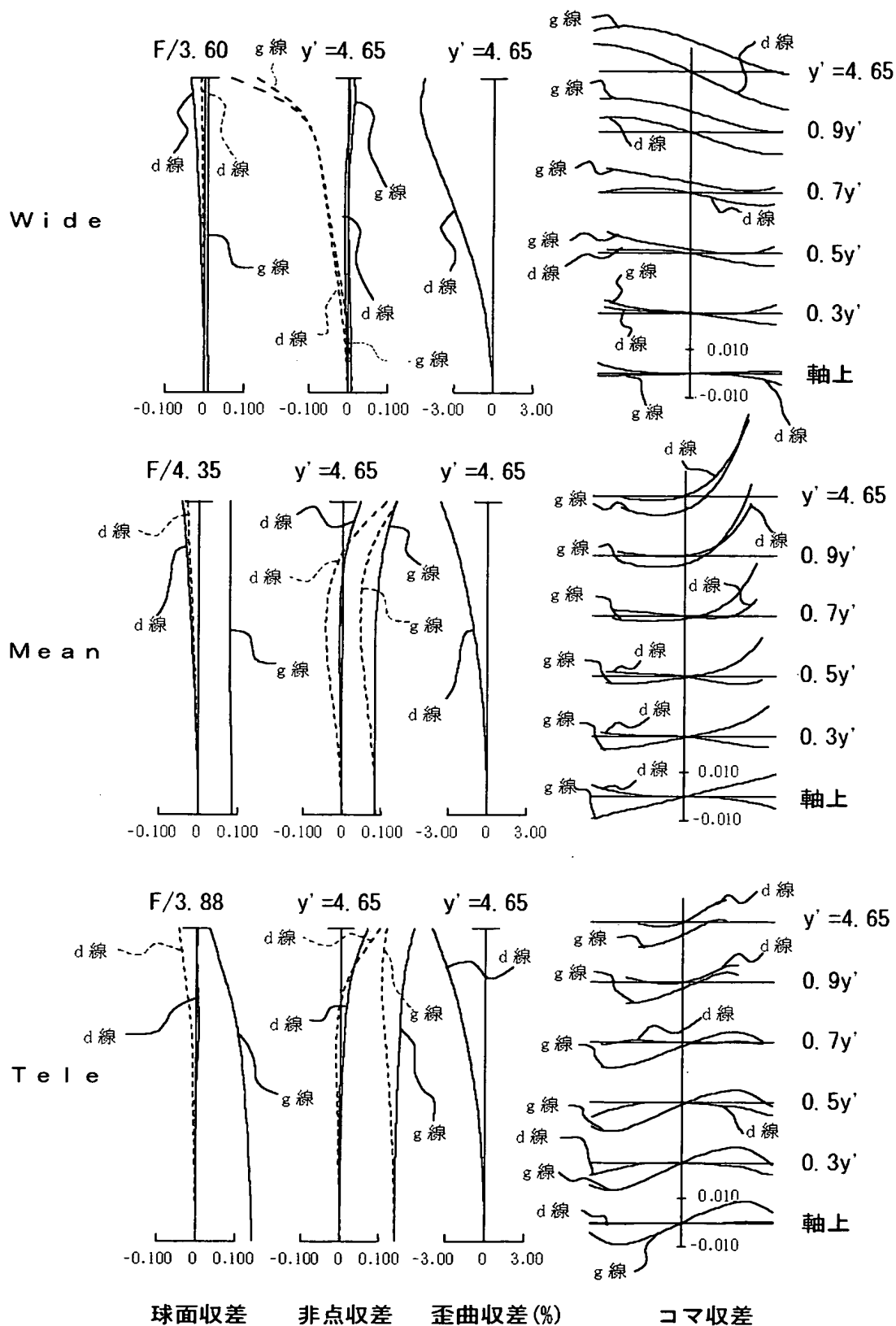
【図 13】



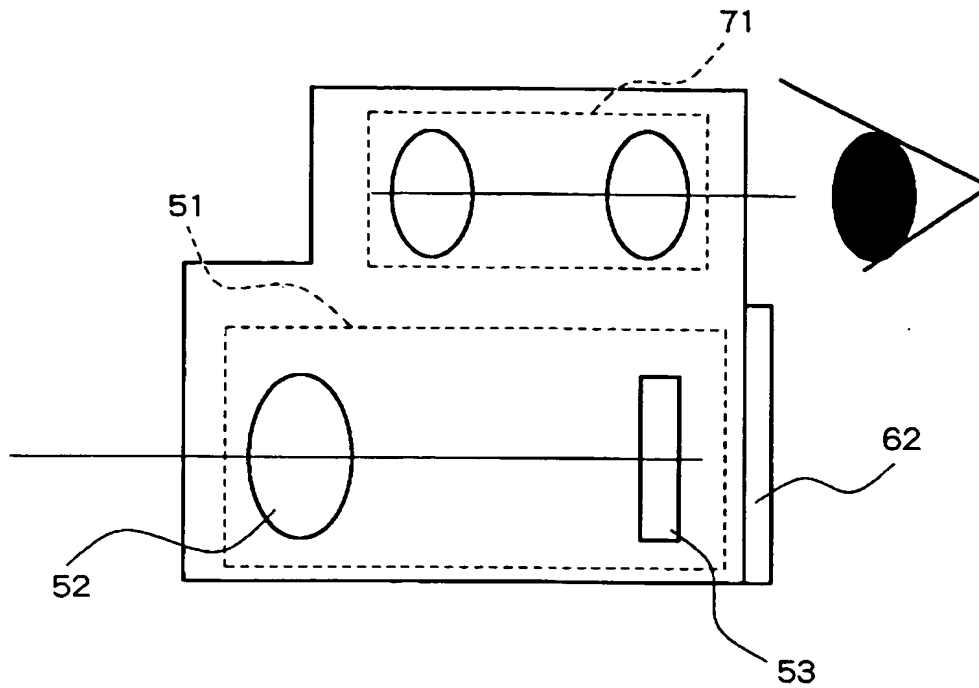
【図 14】



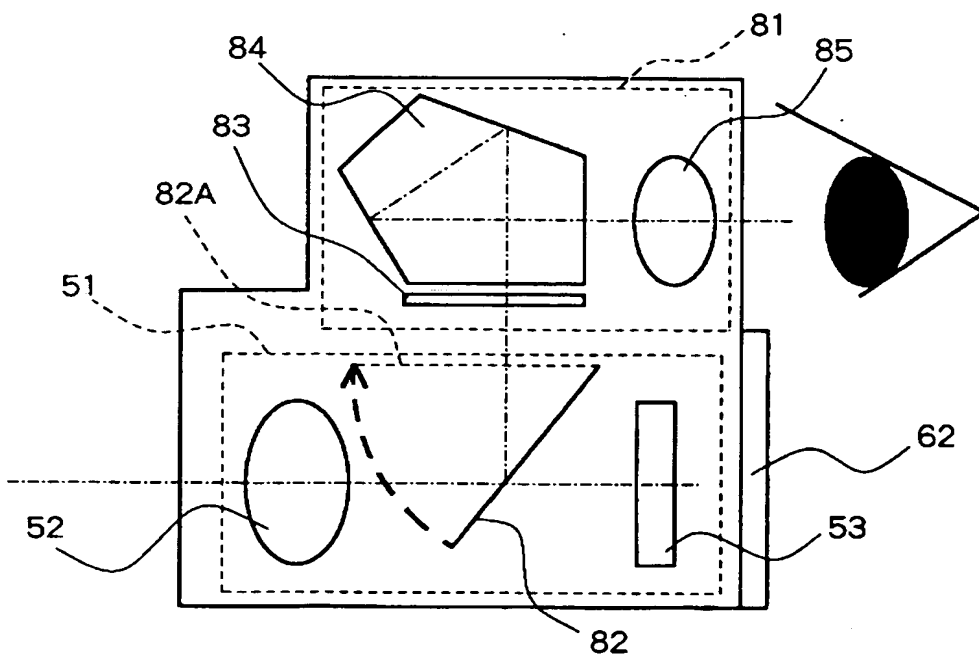
【図 15】



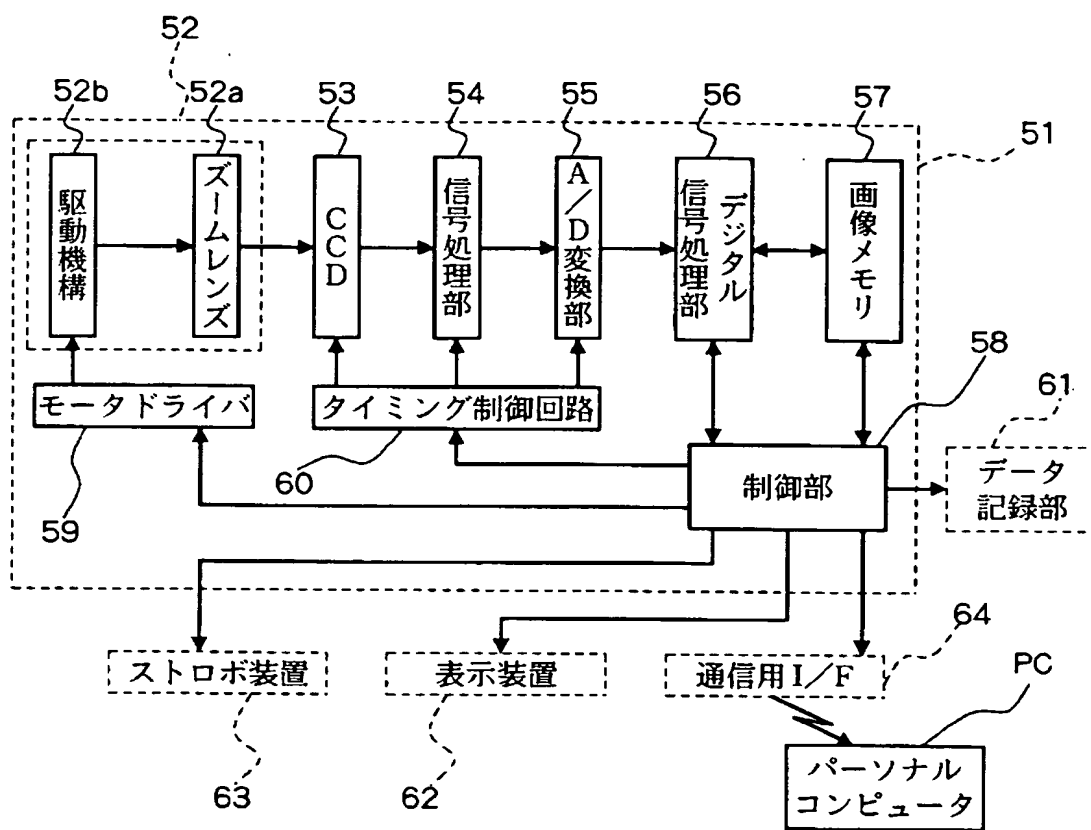
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高変倍比、広画角で、高解像力の結像性能を有し、小型化および省資源化に対応可能なズームレンズであって、しかも化学的に安定で且つ有害物質を含まない光学ガラスで構成することができる。

【解決手段】 正の屈折力を有する第1群光学系G1と、負の屈折力を有する第2群光学系G2と、正の屈折力を有する第3群光学系G3とを、物体側から像面側に向かって順次配置してなり、短焦点距離端において第1群光学系G1と第2群光学系G2との間隔が最小となり、長焦点距離端において第2群光学系G2と第3群光学系G3との間隔が最小となるように、少なくとも第1群光学系G1と第3群光学系G3とを移動させる。第3群光学系G3に、負レンズE8、正レンズE9そして負レンズE10からなる3枚接合レンズを有する。

【選択図】 図1

特願 2003-076534

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000006747]

1. 変更年月日

2002年 5月17日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

氏 名

株式会社リコー